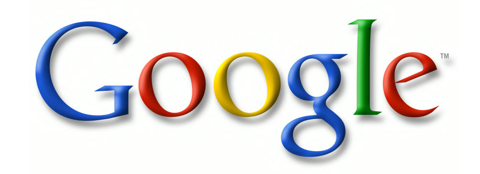
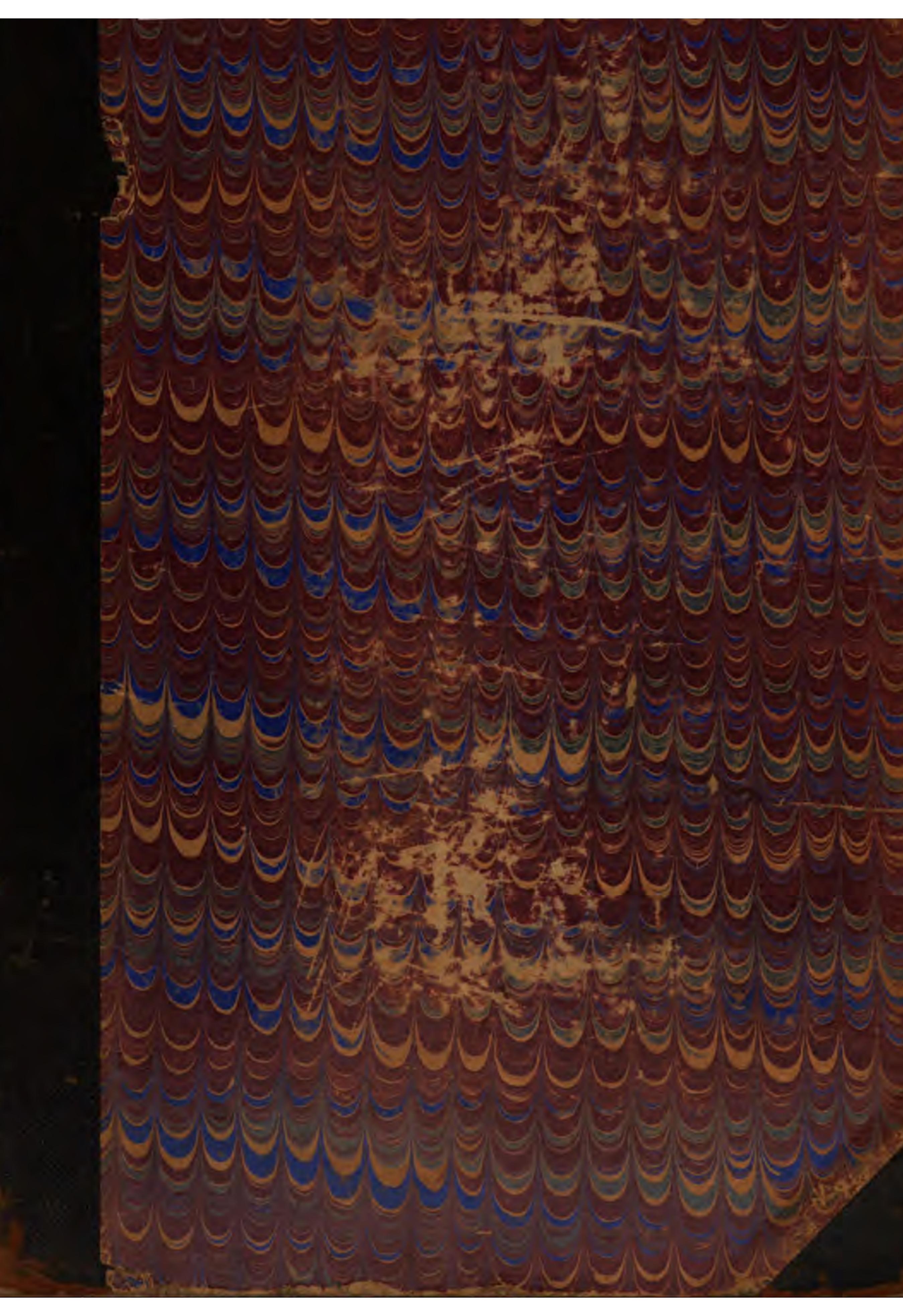
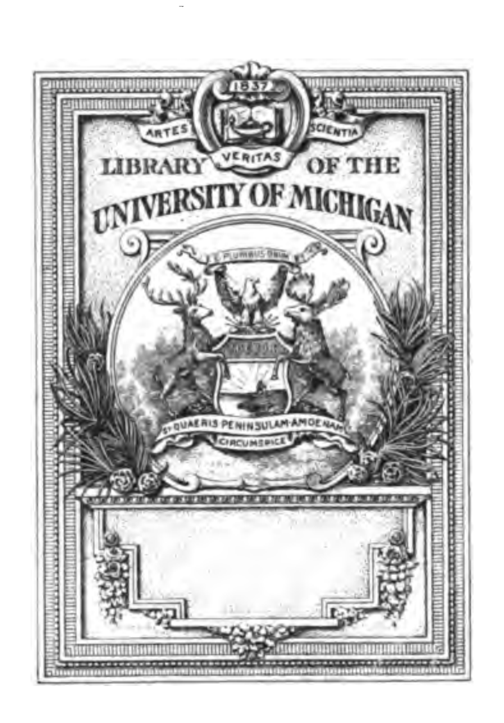





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Neunter Jahrgang 1889.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1889.

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereins- und Personennachrichten.

Seite

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, **R. Fuess**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Januar 1889.** Erstes Heft.

Ueber Messungen der Lichtemission und Lichtabsorption.

Von

Dr. **W. Grosse** in Vegesack.

Bei der Beschreibung des von mir angegebenen Photometers[1]) habe ich zum Vergleiche die älteste Form des Wild'schen Photometers[2]) herangezogen. Dort wird die Nebeneinanderlagerung oder Mischung senkrecht zu einander polarisirter Bündel nicht, wie bei der von mir angewendeten Methode, durch Kombination von Kalkspathprismen erreicht, sondern in nicht so übersichtlicher und rechnerisch leicht zu verfolgender Weise durch Reflexion und Refraktion an Glasplatten. In seinem späteren Spektrophotometer[3]) geht Wild zur Benutzung von Kalkspath über; er erreicht aber die Mischung erst durch Kombination eines Polarisators mit einem natürlichen Kalkspathrhomboeder. Die Beobachtung gründet sich auf die Thatsache, dass gleiche Quantitäten senkrecht zu einander polarisirten Lichtes, sobald sie nicht aus einem einzigen, nach einer Zwischenrichtung ganz oder theilweise polarisirten Strahlenbündel entstanden sind, nach ihrer Mischung sich verhalten wie natürliches Licht. Es kam hier das von Wild für die von parallelen Wänden begrenzte Krystallplatte bewiesene Gesetz der Vereinfachung der Rechnung zu statten, da jedes vom Polarisator in das Spathrhomboeder gesandte Lichtbündel sich in gleiche Quantitäten ordentlich und ausserordentlich polarisirten Lichtes spaltete. Durch Drehung des Analysators kann der Drehungswinkel gefunden werden, für welchen die Merkmale natürlichen Lichtes an der Mischung sich zeigten. Als ein solches Merkmal bot sich Wild das Verschwinden der Interferenzfarben des Savart'schen Polariskops dar, ein Moment, welches er auch in seinem Polaristrobometer benutzte, um die geringste Drehung der Polarisationsebene bemerkbar zu machen. Die Fixirung dieses Verschwindungspunktes der Interferenzfarben erfordert jedoch nicht nur grosse Geübtheit und Aufmerksamkeit des Beobachters, sondern ermüdet auch die Retina des Auges derart, dass subjektive Täuschungen bei längerer Dauer der Beobachtung nicht ausgeschlossen sind. Das Princip findet sich meines Wissens angewendet von G. Krech[4]) und W. Möller[5]), von letzterem jedoch ohne Benutzung des Spathrhomboeders und der Platte, da das Instrument zu unübersichtlich schien. Diese Unübersichtlichkeit und schwierige Handhabung verhinderten, dass das vollständig neue photometrische Princip, welches nach Wild eine Genauigkeit von $^1/_{500}$ bis $^1/_{1000}$ besass, in der Praxis Anwendung fand, trotzdem man die Mängel der gebräuchlichen Methode, zwei benachbart beleuchtete Flächen auf gleiche Helligkeit mit dem Auge zu beurtheilen, wohl würdigte.

[1]) Diese Zeitschr. 1888, S. 95 u. 347. — [2]) Pogg. Ann. (1856) **99.** S. 235. — [3]) Pogg. Ann. (1870), **140.** S. 172, Messung der Lichtabsorption durchsichtiger Medien mittels des Spektralapparates. — [4]) Progr. des Louisenst. Gymn., Berlin 1883. — [5]) Inauguraldissertation, Strassburg 1885.

Ich habe bereits in meiner Zusammenstellung der gebräuchlichsten Polarisationsprismen[1]) auf etwaige Vereinfachungen des Wild'schen Photometers mit Hilfe des Dove'schen Prismas aufmerksam gemacht, bin jedoch erst durch eingehendere praktische Beschäftigung mit meinem von Herrn Dr. Krüss-Hamburg konstruirten Photometer darauf gekommen, auf die Wild'sche Methode zurückzugehen, und ich glaube in den folgenden Zeilen zeigen zu können, dass man unter Benutzung des von Wild formulirten und oben citirten Satzes durch Einschaltung von Gyps- oder Quarzplatten alle Probleme der Lichtemission und -Absorption schnell und einfach mit dem Mischungsphotometer lösen kann, da man hier von der Einstellung eines bestimmten Drehungswinkels entbunden ist.[2]) Nach Ausziehung beider Schieber lässt sich stets eine Stellung des Photometers zwischen den Lichtquellen finden, für welche die Merkmale des natürlichen Lichtes in jeder Lage des Analysatornikol vorhanden sind. Gerade dieser letzte Umstand unterscheidet die Methode wesentlich von der Wild'schen und macht sie für den praktischen Gebrauch fähig, zumal da jede Rechnung herausfällt und man mit Photometerbänken arbeiten kann, bei denen direkt das Resultat abgelesen wird. Bei Absorptionsmessungen werden eventuell die matten Glasscheiben durch die absorbirenden Medien ersetzt.

Bei der von mir vorgeschlagenen Mischungsmethode wird, wie a. a. O. gezeigt ist, der Moment der Gleichheit der Beleuchtung durch die zu vergleichenden in fester Entfernung aufgestellten Lichter dadurch gewährleistet, dass bei Drehung des Analysators sich keinerlei Aenderung der Intensität in beiden Feldern zeigt, weil die Wirkung der Polarisation aus der Rechnung fällt, was etwa die für jeden Drehungswinkel geltende goniometrische Formel $\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1$ illustrirt. Es würde also ein einziges Feld statt der beiden sonst benutzten genügen, um die Messungen durchzuführen, wenn nicht bei verschieden gefärbten Lichtern der Umstand störend wäre, dass während der Drehung die Färbung des Feldes sich innerhalb der Grenzen der gegebenen Farben allmälig ändert. Da diese Aenderung in den beiden Feldern entgegengesetzt symmetrisch erfolgt, ist wohl ein annähernd richtiges Resultat auch in dem Falle verschiedener Färbung dadurch zu erhalten, dass man bei Drehung des Analysators gleichzeitig auf die Intensitätsänderung innerhalb jeder einzelnen Fläche und auf die Gleichheit der Beleuchtung in beiden Flächen achtet. Glaubt man diesen Punkt für jede Stellung des Zeigers erreicht zu haben, so giebt, von einer etwaigen Konstante des Apparates abgesehen, das Quadrat der Entfernungen zugleich das Verhältniss der Lichtstärke an. Würde diese Aenderung der Färbung etwa nicht stattfinden, so hätte man offenbar ein äusserst sicheres Mittel zur Einstellung.

Eine Reihe von Versuchen mit der Soleil'schen Doppelquarzplatte (*double plaque*) führte mich auf einige interessante Ergebnisse. Ehe ich auf dieselben in aller Kürze hier eingehe, wird es von Nutzen sein, über die Platte selbst und ihre bisherige Anwendung Einiges einzufügen. Bekanntlich giebt es eine Reihe von Stoffen, die auch in Lösungen die Polarisationsebene um einen gewissen Winkelbetrag drehen, dessen Grösse von der specifischen Beschaffenheit und der Koncentration abhängt; mit letzterer wächst der Drehungswinkel proportional. Es ist also die Möglichkeit gegeben, aus der Grösse des Drehungswinkels der Polarisationsebene die Koncentration einer Lösung zu berechnen. Diese Frage von praktischer Bedeutung führte zur Konstruktion von Polaristrobometern, welche besonders in der Technik der

[1]) Grosse'sche Buchh., Clausthal, 72 Seiten, 2 Figurentafeln. — [2]) Vergl. diese Zeitschr. 1887. S. 129; 1888. S. 95 und 129.

Zuckerindustrie wichtig geworden sind. Mit der Drehung findet aber auch eine Dispersion statt, so dass kein absolutes Maximum und Minimum der Helligkeit bei Drehung des Analysators sich zeigt, sondern ein Durchlaufen des Farbenkreises in direkter Richtung oder in umgekehrter Richtung. Je nachdem man nun den Analysator nach rechts oder nach links drehen musste, um den Farbenkreis von Roth nach Blau durchlaufen zu sehen, unterschied man rechts- und linksdrehende Körper. Quarz und Terpentin haben in hervorragender Weise die Eigenschaft, links- und rechtsdrehende Varietäten darzubieten. Da nun der ganze Farbenkreis für eine Drehung des Analysators um 180° gerade einmal durchlaufen wird, so war es möglich, wenn man die Dicke der Platte so wählte, dass eine bestimmte Farbe gerade um 90° je nach rechts und links gedreht wurde, eine rechtsdrehende mit einer linksdrehenden Quarzplatte von gleicher und bestimmter Dicke so zu kombiniren, dass sie in den Hauptstellungen des Analysators gleiche Farben gaben. Diese Platte ist die von Soleil angegebene doppelte Quarzplatte von 3,75 *mm* Dicke, in welcher ein bestimmtes Gelb um 90° gedreht erscheint, während man in der Nullstellung ein dunkeles Violett hat, welches die Eigenschaft hat, schon bei der geringsten Drehung des Analysators einen blauen bezw. rothen Ton anzunehmen. Diese Farbe heisst die „Uebergangsfarbe“ und ist in den obenerwähnten Apparaten auf Pouillets' Vorschlag benutzt, um bereits geringe Spuren von „Drehung“ in Substanzen nachweisen zu können. Dass gerade diese Farbe, das Purpurviolett, jene Empfindlichkeit mit sich führt, mag darin seine Erklärung finden, dass hier der Farbenkreis gewissermaassen aufgeschnitten ist, weil das Spektrum den Uebergang von Violett nach Roth nicht hat.

Ausser der genannten Eigenschaft hat die Platte aber noch andere. Erstens nämlich geben bei Beleuchtung mit beliebig gefärbtem Licht beide Hälften komplementäre Farbe und komplementäre Intensität, d. h. die Farben geben gemischt auch die Farbe des ursprünglichen Lichtes und eine konstante Intensität für jeden Drehungswinkel. Gleiche Quantitäten senkrecht zueinander polarisirten Lichtes verhalten sich also wie natürliches Licht. Will man also die optische Energie zweier leuchtenden Flächen von gleicher Färbung vergleichen, so hat man nur den Apparat so zwischen den beiden Flächen aufzustellen, dass in keiner Stellung des Analysators eine Wirkung der Platte sichtbar wird. Mit anderen Worten: Bei gleicher Färbung verhalten sich die objektiven Intensitäten zweier Lichter wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Photometer, wenn in dieser Stellung bei Drehung des Analysators in jeder Lage desselben die Vereinigungslinie der beiden Quarzplattenhälften unsichtbar ist und keinerlei Veränderung der Intensität stattfindet. Meine frühere Methode gestattete die Lichter dann gleich zu nennen, wenn die beiden Felder im Okular gleich hell waren und keinerlei Veränderung der Intensität bei Drehung des Okularnikol zeigten. Jetzt haben wir nur eine Fläche,[1] in dieser gemischt das Licht der beiden Quellen senkrecht zu einander polarisirt, und dieses verhält sich den beiden Hälften der Quarzplatte gegenüber wie natürliches Licht in jeder Stellung des Analysators. Jedes subjektive Element ist verschwunden; bei der geringsten Verschiebung des Photometerkopfes aus dieser Stellung wird die Tren-

[1]) Es empfiehlt sich, um dem Apparat die Vielseitigkeit zu erhalten, beide Flächen, wie sie im Mischungsphotometer sind, beizubehalten. Die Kontrole ist dann eben eine dreifache bei der neuen Methode. Jede Fläche für sich betrachtet und beide mit einander verglichen lassen in jeder Stellung des Analysators ein Urtheil über die Helligkeit zu. Es musste hier nur betont werden, dass eine Fläche nur erforderlich sei.

nungslinie der beiden Quarzhälften sichtbar, ihre Färbung verschieden und verändert sich bei Drehung des Analysators.

Man sieht, der Anhaltspunkte sind so viele, dass sich eine sichere und äusserst schnelle Messung von solchen Lichtquellen, die gleichgefärbt waren, mit der Vergleichslichtquelle von vornherein erwarten liess. Es war Vorkehrung getroffen, die Quarzplatte zu entfernen, um auch nach den mit dem Mischungsphotometer ermöglichten Hauptmethoden, also ohne Mischung und mit doppelter Mischung[1]) photometriren zu können. Als Lichtquellen dienten in den Versuchen zunächst zwei Benzinkerzen, später eine Benzinkerze und eine sehr hell brennende Petroleumlampe. Die Entfernung der Benzinkerzen betrug konstant 100 *cm*, die der Petroleumlampe und Benzinkerze 200 *cm*. Um einen Maassstab für specifische subjektive Abweichungen zu haben, bat ich zwei Herren, meinen Kollegen Herrn Dr. Herrmann und Herrn Schiffbaumeister Lange, von denen der Letztere häufiger Beobachtungsreihen mit mir ausgeführt hatte, die allerersten Beobachtungen mit der Quarzplatte mit mir gemeinschaftlich vorzunehmen. Es ergaben sich nach der neuen Methode für die Einstellung des Photometers Abweichungen von nur 2 *mm* im Maximum, ohne Quarzplatte und ohne Mischung 12 *mm*, mit Mischung 4 *mm*. Die Messung der Petroleumlampe gab Abweichungen von 13 *mm*. Die Einstellung fand mit überraschender Sicherheit und Schnelligkeit statt.

Bei diesen ersten orientirenden Versuchen stellte sich Folgendes als für die praktische Anwendung wichtig heraus. So lange die beiden Quarzplatten verschiedene Färbung haben, also $J/\lambda^2 \lesseqgtr \varkappa J'/\lambda_1^2$, findet die grösste Differenz in den Färbungen für den Drehungswinkel von 45° statt. Stellt man diesen ein und bringt durch Verschieben des Photometers das Verschwinden dieser Verschiedenheit, also Identität, zu Stande, so ist mit absoluter Sicherheit die richtige Einstellung erfolgt und die Identität beider Hälften bleibt in allen Lagen des Okularnikol. Bei gleichgefärbten Lichtquellen ist unter allen Umständen diese Einstellung für $\varphi = 45°$ zu erreichen: die senkrecht zueinander polarisirten Lichtbündel verhalten sich bei gleicher Intensität der Quarzplatte gegenüber gemischt wie natürliches Licht. Es gelang uns ohne grosse Mühe die Grösse der Absorption von nahezu durchsichtigen Glasplatten festzustellen; sie betrug weniger als 5% einschliesslich des reflektirten Antheils.

Eine ausführliche Messung und zwar nach drei Methoden, nahm ich mit Herrn Lange vor. Eine sogenannte *Intensiv-Blitzlampe*, deren indicirte Helligkeit 80 war, wurde auf das Maximum ihrer Helligkeit, d. h. auf den Punkt eingestellt, wo das Schwalken nach oben unterblieb. Da die Benutzung einer Normalkerze (Münchener System) während einer längeren Versuchsreihe nicht praktisch ist, so wurde eine schon häufiger erprobte Benzinkerze so lange regulirt, bis sie mit jener gleiche Helligkeit hatte. Dabei hatte sie eine Höhe von 37 *mm*, die sie auch während der ganzen Versuchszeit konstant erhielt. Die konstante Photometerlänge war 400 *cm*. Die Reihenfolge und Zahl der Beobachtungen, welche wir mit möglichster Genauigkeit vornahmen, wurde so festgestellt, dass wir Beide abwechselnd je eine Beobachtung und zwar nach jeder von den drei Methoden je drei machten. Die Reihenfolge der Methoden war folgende:

---

[1]) Von Beobachtung mit einfacher Mischung wurde hier abgesehen wegen der Komplicirung der Rechnung.

I. Mit Quarzplatte und Mischung.
II. Ohne „ mit „
III. „ „ und ohne Mischung.

Während der Ausführung der Versuche stellte sich heraus, dass die erste Methode noch dadurch eine Kontrole erhalten kann, dass die Mischung aufgehoben wird, also die Schieber eingezogen werden. Dann müssen bei 0° und 90° beide Felder gleiche Färbung und Helligkeit haben, in den übrigen Lagen des Analysators aber müssen die beiden oberen Hälften unter sich identisch und die unteren auch identisch, aber in anderer Farbe erscheinen. Man hat also das gebräuchliche Einstellungsmerkmal gleicher Flächenhelligkeit für die verschiedensten Farben zur Verfügung und zwar im Allgemeinen ein Farbenpaar, welches für 45° komplementär ist. Da bekanntlich von der Intensität gleichzeitig die Tiefe und Wärme der Farbennuance abhängt, so ist das Kriterium ebenfalls ein recht brauchbares, jedoch natürlich nur für nahezu gleiche Färbung beider Flammen anwendbar. Unter Hinzurechnung der hier nicht benutzten einseitigen Kompensation ohne Quarzplatte sind demnach fünf verschiedene Methoden mit dem vollständigen Apparate möglich.

Die Zusammenstellung der folgenden, in Millimetern angegebenen Resultate giebt einen Anhalt für die Empfindlichkeit der einzelnen Methoden. Mit *G* und *L* sind die beiden Beobachter bezeichnet.

I		II		III	
L	*G*	*L*	*G*	*L*	*G*
342,2	341,7	342,2	341,9	342,6	342,0
342,2	340,5	342,1	342,8	342,2	341,0
342,0	342,0	342,1	342,0	342,2	342,0.

Bei L ist also die grösste Differenz sämmtlicher nach den drei Methoden gemachten Ablesungen 6 *mm*, bei *G* 23 *mm*. Nehmen wir für jede Gruppe das arithmetische Mittel und berechnen den Quotienten der Quadrate der Entfernungen, so findet sich:

I		II		III	
34,86	34,05	34,86	35,16	35,28	34,05.

Dies würde der Helligkeitswerth der Lampe in Normalkerzen Münchener Systems sein, allerdings nur in horizontaler Richtung gemessen. Die indicirte Helligkeit von 80 Kerzen würde sich etwa, aber wohl nicht ganz, unter 45° nach unten ergeben. Die Differenzen bei der Beobachtung nach den einzelnen Methoden sind 0,71, 0,30 und 1,23 Normalkerzen. Man darf denselben keinen solchen Werth beilegen, der eine Verallgemeinerung zuliesse. In Procenten sind die Unterschiede 2%, 0,8% und 3,4% und zwar ist nach der zweiten Methode die Abweichung entgegengesetzt wie nach den beiden anderen Methoden. Für *L* stimmt das Resultat überein in den beiden ersten Methoden, für *G* in der ersten und letzten. Die Differenz mit dem jedesmaligen dritten Resultat ist 0,42 bezw. 0,89 Normalkerzen oder 1,2% bezw. 2,5%.

Jedenfalls geht aus den Versuchen hervor, dass unter Kombination mehrerer Methoden bisher unerreichte Genauigkeit der Messungen ermöglicht wird und dass die verschiedenen Methoden besonders darin ihren Werth haben, dass durch jede eine oder die andere der gewöhnlichen Fehlerquellen vermieden oder in ihren Wirkungen abgeschwächt wird.

Nun hofften wir, auch für verschieden gefärbte Lichtquellen diese Methode verwendbar zu finden. In der That gelang die Einstellung noch sehr gut bei Vorhaltuug von nicht zu stark absorbirenden Buntgläsern vor die eine Seite des Photometers. Die Versuche gaben z. B. für gelbes Glas einen Absorptionskoefficienten von 0,71, die Helligkeit des auffallenden Lichtes = 1 gesetzt. Mit der Mischungsmethode gestaltete sich diese Messung schon ziemlich schwierig, zumal da die Einstellung cotan $\varphi = \sqrt{x}$, für welche in beiden Feldern völlige Identität herrscht, nicht zulässig ist für die Messung.[1]) Das erhaltene Resultat zeigte eine Abweichung von mehr als 10%, während das mit der Quarzplatte erhaltene Resultat für um so sicherer zu halten war, als Kontrolversuche unter Aenderung der Versuchsbedingungen denselben Procentsatz von 29 für das durch die Platte gegangene Licht lieferte.

Auch Versuche mit dunkler gefärbtem Glase schienen anfangs gut zu gelingen. Als wir jedoch die oben erwähnte Methode in Anwendung brachten, zunächst den Analysator auf 45° zu drehen, wo die grösste Verschiedenheit der Färbung statt hat, da zeigte sich, dass sich zwar eine Stellung des Photometers stets finden liess, wo die beiden Hälften der Quarzplatte möglichst gleich waren, aber fast nie eine solche, wo sie völlig gleich waren. Bei Drehung des Analysators aus dieser empfindlichen Lage fand sich dann allerdings schon bei 30° bis 20°, dass die Trennungslinie der Platten nicht mehr sichtbar war. Die Stellungen 0° und 90° geben ja unter allen Umständen Identität. Die Quarzplatten hatten dann in der einen dieser Hauptstellungen die Farbe des Vergleichslichtes, in der anderen die des verwendeten Buntglases.

Da ich den Gegenstand, welcher sich ja auf eine Auswerthung ganz beliebiger Absorptionen gegen weisses Licht oder beliebig gefärbtes anderes Licht bezieht, einer weiteren Untersuchung für würdig hielt, so suchte ich mir Glasplatten aus, deren Farbe etwa den sieben Hauptfarben Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett entsprach und stellte für verschiedene Drehungswinkel die Farben der Quarzplattenhälften fest. Die folgenden Quadrate enthalten je vier Felder, das Licht der beiden rechten ist senkrecht polarisirt zum Licht der beiden linken Felder, also komplementär für weisses Licht, die beiden oberen Felder entsprechen der rechtsdrehenden, die unteren der linksdrehenden Quarzplatte. Durch Brechung homogen erhaltenes Licht darf natürlich nicht angewandt werden, da dieses nur geringe Dispersion seitens der Platten erfährt. Ueber die Farben der Quarzplatten im weissen Licht habe ich ausführliche praktische und theoretische Ergebnisse an anderer Stelle veröffentlicht.[2])

	Weiss:		Roth:	
0°	hellgelb	purpurviolett	dunkelziegelroth	dunkelroth
30	hellgrün	roth	schmutzigroth	ziegelroth
45	grün	orange	rothviolett	roth
60	blau	gelb	dunkelviolett	rothorange
90	purpurviolett	hellgelb	dunkelroth	ziegelroth
0	gelb	purpurviolett	ziegelroth	dunkelroth
30	orange	blaugrün	dunkelziegelroth	dunkelviolett
45	orange	grün	roth	rothviolett
60	roth	hellgrün	roth	schmutziglila
90	purpurviolett	hellgelb	dunkelroth	ziegelroth

[1]) Vgl. die früheren Berichte über das Photometer. — [2]) Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech., 1888. S. 256.

Orange:		
0°	orange	lila
30	schmutzig orange	rothorange
45	grüngrau	ziegelroth
60	schmutzig grün	rothorange
90	lila	orange
0	orange	lila
30	rothorange	dunkelgrün
45	ziegelroth	grüngrau
60	roth	grau
90	lila	orange

Gelb:		
0°	gelb	braun
30	hellgrün	roth
45	grün	orange
60	dunkelgrün	gelb
90	braun	gelb
0	gelb	braun
30	gelb	seegrün
45	orange	grün
60	roth	dunkelgrün
90	braun	gelb

Grün:		
0°	seegrün	sehr dunkelblau
30	grün	schmutzig violett
45	grün	schmutzig grau
60	dunkelgrün	schmutzig gelbgrün
90	dunkelblau	seegrün
0	seegrün	sehr dunkelblau
30	gelbgrün	hellgrün
45	schmutzig grün	grün
60	schwarzgrün	seegrün
90	dunkelblau	seegrün

Blau:		
0°	schmutzig grün	stark blauviolett
30	schmutzig blau	lila
45	blau	schmutzig hellrothviolett
60	dunkelblau	gelborange
90	stark blauviolett	schmutzig grün
0	schmutzig grün	stark blauviolett
30	schmutzig gelb	dunkelblau
45	schmutzig hellrothviolett	blau
60	violett	hellblau
90	stark blauviolett	schmutzig grün

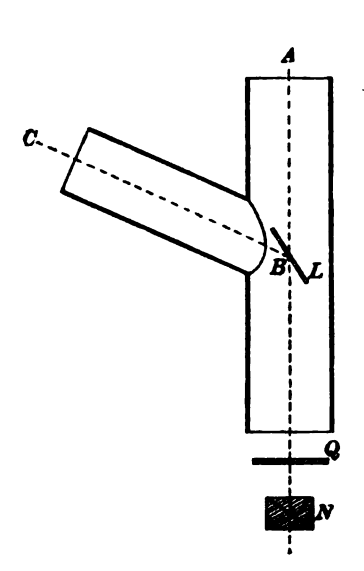
Indigo:		
0°	schmutzig grün	blauviolett
30	schmutzig blau	rothviolett
45	blau	lila
60	tiefblau	schmutzig hellgrün
90	blauviolett	schmutzig grün
0	schmutzig grün	blauviolett
30	braun	dunkelblau
45	lila	blau
60	dunkellila	hellblau
90	blauviolett	schmutzig grün

(Roth-) Violett:		
0°	hellbraun	dunkelviolett
30	schmutzig grün	schmutzig roth
45	schmutzig blau	schmutzig roth
60	dunkelblau	schmutzig orange
90	dunkelviolett	hellbraun
0	hellbraun	dunkelviolett
30	hellbraun	schmutzig dunkelblau
45	schmutzig roth	schmutzig blau
60	helllila	schmutzig grün
90	dunkelviolett	hellbraun

Für weiss durchlaufen die Farben ziemlich gleichmässig den ganzen Farbenkreis; für die Farben dagegen stehen nur die auch im Absorptionsspektrum der betreffenden Buntgläser vorhandenen Partien zur Verfügung und es finden plötzliche Sprünge statt, die ihren Ausdruck in schmutzigen, unbestimmten Farben finden. Diese Partien würden etwa den Absorptionsbanden im Spektrum entsprechen. Hat man nun z. B. weiss und roth zur Mischung gebracht behufs Vergleichung ihrer relativen Intensitäten und stellt das Okularnikol auf 45°, so giebt weiss für sich die Farben grün und orange, roth für sich roth und rothviolett, so dass grün und roth durch die rechtsdrehende Platte, orange und rothviolett durch die linksdrehende zur Mischung kommen. Man wird nun durch Verschieben des Photometers kein Verhältniss der Intensitäten herstellen können, dass die Mischungen identisch sind an Farbenton und Intensität. Würde man dagegen für dieselbe Stellung des Zeigers weiss und gelb nehmen, so kommen oben grün und orange, unten orange und grün zur Mischung und, wie der oben erwähnte Versuch bereits gezeigt hatte, ist eine Stellung auffindbar, welche Identität für $\varphi = 45°$ und damit für alle Winkel-

einstellungen giebt. Es lässt sich aber wohl denken, dass sich für jedes beliebige Farbenpaar, welches zur Vergleichung kommt, im Versuch für einen Drehungswinkel φ, der grösser oder kleiner ist als 45°, eine Identität der rechts- und linksdrehenden Quarzhälfte erreichen lässt. Allerdings ist das Resultat um so unsicherer, je näher man an 0° oder 90° herangehen muss: es empfiehlt sich daher, zunächst für $\varphi = 45°$ diejenige Einstellung zu machen, für welche die Uebereinstimmung der Hälften eine möglichst vollkommene ist. Diese ist dann für alle Drehungswinkel die vollkommenste und die richtige. Ob es aber für die Bedürfnisse der Praxis oder auch der Wissenschaft überhaupt wünschenswerth und erforderlich ist, Licht von sehr verschiedener Wellenlänge quantitativ zu vergleichen, steht dahin. Durch Einschiebung von Zwischenversuchen, in denen man Uebergänge aus der einen in die andere Wellenlänge zu Hilfe nimmt, lässt sich mit dem Mischungsphotometer unter Zuhilfenahme der Quarzplatte praktisch jede Frage der Lichtemission oder Lichtabsorption lösen. Manche Aufgabe also, die bisher die Benutzung eines Spektrophometers erforderte, ist mit dieser Methode lösbar.

Nach Fertigstellung dieses Aufsatzes ging dem Verfasser eine Mittheilung von Herrn Dr. Krüss zu, welche sich auf eine ähnliche ältere Methode bezog, welche dem Werke von E. Verdet *„Vorlesungen über die Wellentheorie des Lichtes, 2. Bd., 391“* entnommen ist. Die Stelle lautet: „Das Gesetz der Gleichheit der Mengen des polarisirten zurückgeworfenen und gebrochenen Lichtes hat zur Konstruktion eines Photometers (Fig. 1) geführt, welches von Dubosq hergestellt und mit Unrecht Babinet zugeschrieben wurde. Dieses Photometer dient zur Vergleichung der Intensitäten zweier Quellen natürlichen oder cirkular polarisirten Lichtes. Die beiden zu vergleichenden Lichtbündel treten in die Röhren AB und CB, um von der Platte L, dessen Ebene den Winkel CBA (66°) halbirt, bezüglich reflektirt und durchgelassen zu werden. Das Doppelbündel BN geht durch den Soleil'schen Doppelquarz Q, dessen Hälften bezüglich gleich stark nach rechts und nach links drehen und durch den Analysator N. Sind die heiden einfallenden Bündel ungleich intensiv, so ist das Doppelbündel partiell polarisirt und die beiden Hälften eines jeden der beiden Bilder des Analysators erscheinen verschieden gefärbt. Sind hingegen die einfallenden Bündel gleich intensiv, so ist das Doppelbündel unpolarisirt und die beiden Hälften eines Bildes des Analysators erscheinen gleich. Durch Variirung der Entfernungen der Lichtquellen oder der Dimensionen der lichteinlassenden Diaphragmen kann das Verhältniss der Intensitäten der einfallenden Bündel bestimmt werden.“



Der Apparat lässt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig; fraglich ist es jedoch, ob er sich zu genauen Messungen eignen würde, da, wie leicht ersichtlich, die Gesammtmenge des zur Mischung kommenden Lichtes zu gross ist im Vergleich mit denjenigen gemischten senkrecht polarisirten Antheilen, die allein auf die Quarzplatte zu wirken im Stande sind. Die Empfindlichkeit wird danach nur eine geringe und der Apparat auch wohl nur zu Messungen mit gleichgefärbten Lichtquellen benutzt sein. In welchen Grenzen der Genauigkeit jenes Gesetz der

Gleichheit der polarisirten reflektirten und durchgelassenen Antheile Giltigkeit hat, ist uns nicht bekannt. Von dem Wild'schen Verfahren unterscheidet sich dieses dadurch, dass die polarisirende Wirkung der Glasplatte und die Zerlegung des Lichtes im Analysator in der Rechnung nicht benutzt wird. Hier wird durch Verschiebung der Lichtquellen, bei Wild durch Drehung des Polarisators und Analysators Gleichheit hervorgebracht. Die Kombination beider Methoden weist die in diesen Zeilen beschriebene Methode, wenn auch mit anderen Hilfsmitteln, auf und führt eben zu dem die Beobachtung ausserordentlich erleichternden und vereinfachenden Resultat, dass in jeder Lage des Analysators die Merkmale des natürlichen Lichtes bleiben.

Brunner's magnetischer Theodolit und Inklinatorium für Reisebeobachtungen.

Von

J. Liznar in Wien.

In den Jahren 1884 und 1885 wurde in Frankreich durch das *Bureau central météorologique* eine magnetische Aufnahme ausgeführt, deren Resultate in einem besonderen Werke: *Détermination des éléments magnétiques en France, ouvrage accompagné de nouvelles cartes magnétiques dressées pour 1er Janvier 1885, par M. Th. Moureaux* niedergelegt sind. Bei diesen Messungen wurden Instrumente verwendet, welche wegen ihrer Kleinheit und Konstruktion Beachtung verdienen, besonders da sich dieselben als Reiseinstrumente sehr gut bewährt haben. Die Apparate lieferte die Firma Brunner frères nach Moureaux's Angabe in sehr sorgfältiger Ausführung. Da in dem citirten Werke nicht angeführt wird, von wem die Konstruktion ursprünglich herrührt, ob von Mascart, dem Direktor des Pariser meteorolog.-magnetischen Observatoriums, oder von Moureaux, dem die Arbeiten ausführenden Beobachter, so habe ich die im Titel stehende Bezeichnung gewählt.

Die Einrichtung des magnetischen Theodoliten ersieht man aus Fig. 1, deren Maassstab der halben wirklichen Grösse entspricht. Der Theodolit dient zur Messung der Deklination und Horizontalintensität. Der Horizontalkreis ist in seiner Mitte durchbohrt; durch die Bohrung geht eine vertikale Axe, welche alle anderen Bestandtheile des Instrumentes trägt. Zunächst sind mit der Alhidade des Horizontalkreises zwei vertikal stehende Platten P und P' verbunden, auf welche das 11 *cm* lange Aufhängerohr, welches den Torsionskopf T trägt, aufgesetzt ist. Durch die Mitte der rückwärtigen Platte P' geht eine horizontale Axe, an welcher innen ein Vertikalkreis angebracht ist. An der Aussenseite der Rückwand befindet sich an dieser Axe ein Fernrohr L und an der Innenseite des Vertikalkreises ein in der Richtung des Radius und parallel der Fernrohraxe mit dem Kreis festverbundener Alhidadenstab, so dass Fernrohr, Vertikalkreis und die bezeichnete Alhidade gleichzeitig um die Horizontalaxe gedreht werden können. Die Alhidade ist am Ende senkrecht gegen die Ebene des Vertikalkreises umgebogen; der umgebogene Theil dient als Index I und trägt zu diesem Zwecke auf der Aussenseite drei um je 6 Minuten von einander abstehende Striche und auf der Innenseite einen dem Mittelstrich entsprechenden Strich. Der Nonius, mittels dessen die Theilung des Vertikalkreises abgelesen wird und welcher mit der rückwärtigen Platte P' fest verbunden ist, befindet sich bei n. Die Feinbewegung des Fernrohrs und des Vertikalkrei-

ses erfolgt mittels der Schraube *s*. Die beiden an einem festen horizontalen Arme angebrachten Mikroskope *M* und *M'* dienen zur Einstellung des Magnetstabes *B*, welcher in eine am unteren Ende des Aufhängefadens (Kokonfadens) befestigte Hülse gelegt werden kann. Sowohl der in der Mitte des Instrumentes sichtbare Magnetstab *B*, als auch ein zweiter dem ersteren ganz gleicher Magnetstab trägt in seiner Mitte einen kleinen Stift, der dazu dient, durch Anschlagen an zwei feste Flächen des ihn tragenden Bügels zwei um 180° verschiedene Lagen (in Bezug auf die Axe des Magnetstabes) zu fixiren. Die Endflächen der beiden Magnetstäbe sind zu konkaven Spiegelflächen polirt. Um nach dem Einhängen die Schwingungen des Magnetstabes sehr rasch zu dämpfen, kann ein Arm *E* mittels der Schraube *V* bis zur Berührung mit demselben gehoben werden. Zum Schutze gegen Luftströmungen kann der Magnet durch Anfügung von zwei halbcylindrischen Gehäusetheilen *G* (von denen nur das linke dargestellt ist) an die beiden vertikalen Platten *P* und *P'* geschützt werden. Die Vorder- und Rückwand dieser Gehäusetheile bilden Glasplatten; die rückwärtige ist übrigens fest an der Platte *P'* angebracht, um die Gehäusetheile *G* bequemer entfernen zu können, wenn man in das Innere gelangen will. In der Verlängerung der Axe der beiden Mikroskope *M* und *M'* befinden sich in der Mantelfläche der cylindrischen Gehäusetheile Oeffnungen, welche mit Glasplatten verschlossen sind. Sowohl der Horizontal- als auch der Vertikalkreis haben einen Durchmesser von nur 8 *cm* und beide sind in halbe Grade getheilt; man kann an den Nonien direkt Minuten ablesen und halbe Minuten schätzen. Die Ablesung geschieht mittels einer Handlupe. Die Horizontalstellung des Instrumentes erfolgt mittels der Libelle *N*. Die Dimensionen und Gewichte der beigegebenen zwei Magnetstäbe sind:

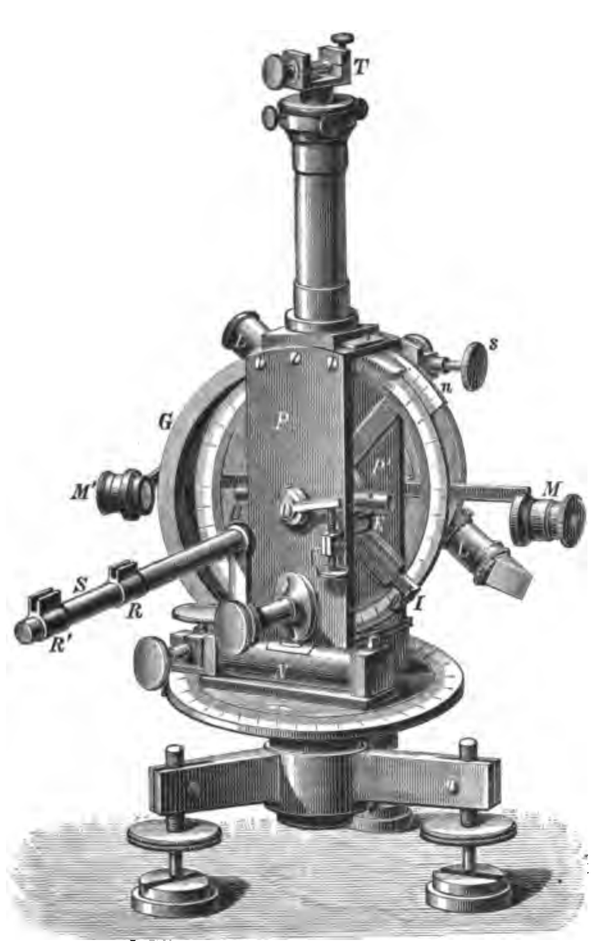


Fig. 1.

Magnet	Gewicht	Länge	Durchmesser
B	7,473 *g*	6,5006 *cm*	0,42 *cm*
B'	7,432 „	6,4990 „	0,42 „

Für die Ablenkungsbeobachtungen bei Bestimmung der Horizontalkomponente wird der Ablenkungsmagnet auf eine Schiene *S* und zwar in die auf derselben fest sitzende Hülse *R* oder *R'* gelegt, so dass seine Entfernung von der Mitte des freihängenden Magnetstabes genau bestimmt ist. Die Schiene *S* kann zur genaueren

Bestimmung der Ablenkungswinkel nach Belieben von der massiven Vorderwand auf die Hinterwand des Gehäuses gebracht werden. Die Entfernungen der Hülsen *R* und *R'* von der Mitte des frei aufgehängten Magnetstabes ergaben sich nach den Messungen Brunner's bei 21° C. zu 151,81 bezw. 197,88 *mm*. Das Gewicht des ganzen Instrumentes sammt dem dazu gehörigen Reisekästchen beträgt nur 4 *kg*.

Die Bestimmung der Deklination und der Horizontalkomponente mittels dieses Apparates geschieht in folgender Weise: Die Lage des astronomischen Meridians wird auf dem Horizontalkreise durch Beobachtungen der Sonne festgelegt, vor und nach welchen man auf eine Mire (einen entfernten gut sichtbaren terrestrischen Gegenstand) einstellt. Es ist selbstverständlich, dass alle Einstellungen sowohl auf die Sonne als auch auf die Mire in beiden Lagen des Fernrohrs erfolgen müssen. Durch diese Messungen wird das Azimuth der Mire bestimmt, und sobald dieses bekannt ist, lässt sich der dem astronomischen Meridian entsprechende Theilstrich des Horizontalkreises jeden Augenblick finden. Moureaux hat bei seinen Messungen ausschliesslich die Sonne im ersten Vertikal beobachtet, da man bei dieser Methode von einer genauen Zeitkenntniss unabhängig ist. Trotz der nur 7- oder 8maligen Vergrösserung des Fernrohrs und der Kleinheit der Kreise lässt sich der astronomische Meridian mit einer Sicherheit von beinahe einer Minute ermitteln, was wohl für Reisezwecke vollkommen genügend ist.

Die nächste Operation besteht in der Ermittlung der Lage des magnetischen Meridians. Zu diesem Behufe wird der Magnetstab in den am Kokonfaden hängenden Bügel im Innern des Gehäuses eingelegt und um eine etwaige Korrektion wegen der Torsionswirkung des Aufhängefadens zu beseitigen, zunächst die Torsion desselben weggeschafft. Dies geschieht dadurch, dass man das Instrument solange dreht, bis der Magnetstab mit der Richtung der Axe der beiden Mikroskope *M* und *M'* zusammenfällt, was mit dem blossen Auge beiläufig beurtheilt werden kann; dann nimmt man den Magneten heraus und legt einen gleich schweren Stab aus Kupfer oder Messing an seine Stelle. Hat der Aufhängefaden keine Torsion, so muss die Längsaxe dieses Stabes mit der früheren Lage des Magnetstabes übereinstimmen; ist dies aber nicht der Fall, so wird der Stab nach jener Seite abgelenkt, nach welcher der Faden tordirt ist. Man braucht dann nur durch Drehung am Torsionskopf *T* den Stab derjenigen Richtung, welche dem eingehängten Magnetstab entsprach, zu nähern, um den Einfluss der Torsion zu vermindern. Legt man einige Male Magnet- und Kupferstab ein, so lässt sich nach und nach die Torsion ganz beseitigen. Bequemer ist es übrigens, die Torsion nur bis zu einem kleineren Betrag herabzumindern und die Wirkung der noch übrig gebliebenen durch Beobachtung zu ermitteln[1]). Der Kokonfaden muss, da seine Länge bei diesem Instrumente nur gering ist (11 *cm*), sehr fein sein, was bei dem geringen Gewichte des Magnetstabes auch möglich ist. Man erhält einen beliebig feinen Kokonfaden durch mehrfache Spaltung eines gewöhnlichen.

Hat man die Torsion ganz beseitigt oder ihren Einfluss auf die Einstellung des Magnetstabes ermittelt, so handelt es sich um die Bestimmung der Lage der magnetischen Axe des Magnetstabes, durch welche zugleich diejenige des magnetischen Meridians erhalten wird. Zu diesem Zwecke wird der Vertikalkreis und

1) Siehe hierüber: Liznar, Ableitung der bei absoluten Messungen der magnetischen Deklination wegen der Torsion des Aufhängefadens anzubringenden Korrektion. Diese Zeitschr. 1884, S. 127.

mit diesem der Index *I* so lange gedreht, bis die drei an der Aussenseite desselben angebrachten Striche im Mikroskop *M* erscheinen; hierauf wird der obere Theil des Instrumentes um die Vertikalaxe gedreht, bis das Spiegelbild des an der Innenseite des Index angebrachten Striches so ziemlich dem Mittelstriche entspricht. Der Magnet wird durch Heben des Armes *E* in seinen Schwingungen beruhigt, die Schraube am Horizontalkreis geklemmt und die genaue Einstellung des Spiegelbildes auf den Mittelstrich durch Drehung der feinen Schraube bewerkstelligt, worauf der Horizontalkreis abgelesen werden muss. Dreht man darnach den Vertikalkreis um 180°, so kann in ganz gleicher Weise eine Einstellung im Mikroskope *M'* erfolgen, und dreht man jetzt den Magnetstab um 180° um seine Axe, bis der in seiner Mitte angebrachte Stift etwa von der rechten Seite auf die linke kommt, und führt die Einstellungen an beiden Mikroskopen aus, so erhält man vier Ablesungen am Horizontalkreise. Dreht man noch das Instrument um 180° um seine Vertikalaxe, dass das Fernrohr von der rechten Seite des Beobachters auf die linke zu liegen kommt, legt den Magnetstab um und macht auch in dieser Stellung die vorhin bezeichneten Einstellungen, so ergeben sich im Ganzen acht Kreisablesungen, deren Mittel der Lage der magnetischen Axe des Magnetstabes, also auch derjenigen des magnetischen Meridians entspricht. Visirt man vor und nach diesen Einstellungen auf die Mire und liest den Horizontalkreis ab (Fernrohr rechts und links), so hat man Alles, was zur Ableitung der Deklination nöthig ist. Die acht, der Lage des Magnetstabes entsprechenden Ablesungen nehmen nur eine Zeit von 15 bis 20 Minuten in Anspruch, so dass auch die während der Beobachtung eingetretenen Aenderungen der Deklination nur gering sein können (wenn keine magnetische Störung vorhanden ist, in welchem Falle ohnehin jede Beobachtung unterbleiben soll), besonders wenn man noch die Vorsicht gebraucht, die Messungen zur Zeit des Minimums oder Maximums der Deklination, also um etwa 8^h Vormittag oder 1^h bis 2^h Nachmittag auszuführen.

Als Beispiel erlaube ich mir, eine mit diesem Instrumente am 17. Aug. 1884 in Agen ausgeführte Messung anzuführen.

Mire	Fernrohr rechts	101°	17'	0"	Mittel = 101° 17' 30"	
	" links	101	18	0		

	Fernrohr Ost.				Fernrohr West.			
				Stift am Magnet Ost.				
Nordpol	41°	44'	30"	41° 46' 45"	41°	49'	0"	41° 45' 30"
Südpol	41	49	0		41	42	0	
				Stift am Magnet West.				
Nordpol	41	48	0	41 51 45	41	52	0	41 50 0
Südpol	41	55	30		41	48	0	

Im Mittel aus den erhaltenen vier Werthen ergiebt sich als Richtung des magnetischen Meridians: 41° 48' 30".

Mire	Fernrohr rechts	101°	17'	0"	Mittel = 101° 17' 30"	
	" links	101	18	0		

Demnach:	Magnet:	41°	48,5'	
	Mire:	101	17,5	
	Differenz: . . .	59	29,0	
	Azimuth der Mire:	43	22,0	
	Deklination: . .	16	7,0	von 7^h bis 7^h 20^m Vormittag.

Zur Bestimmung der Horizontalkomponente muss man bekanntlich das Produkt MH durch Schwingungsbeobachtungen und den Quotienten H/M durch Ablenkungsbeobachtungen ermitteln, wobei M das magnetische Moment des schwingenden Magnetstabes und H die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus bedeutet. Für die Messung der Schwingungsdauer wird der Magnet genau so wie bei der Deklinationsbestimmung in den am Aufhängefaden befindlichen Bügel gelegt, und jene Lage des Horizontalkreises aufgesucht, in welcher das Spiegelbild des am Index I angebrachten inneren Striches mit dem durch das Mikroskop direkt sichtbaren Mittelstriche an der Aussenseite des Index übereinstimmt. Hierauf wird der Magnet durch Annäherung eines kleinen magnetischen Stabes (Nähnadel) in kleine Schwingungen versetzt, so dass jetzt das Spiegelbild gleich weit nach rechts und links um den Mittelstrich sich bewegt. Die weitere Bestimmung der Schwingungsdauer geschieht in bekannter Weise. Da die Schwingungsbögen bei dieser Einrichtung nur sehr klein sind, so fällt die Reduktion der Schwingungsdauer wegen der Schwingungsweite gänzlich fort.

Bezeichnet man mit K das Trägheitsmoment des ganzen schwingenden Systems, mit t die Schwingungsdauer, so besteht zwischen diesen Grössen, dem magnetischen Momente und der Horizontalkomponente bekanntlich die Relation:

$$MH = \frac{\pi^2 K}{t^2}\,.$$

Die Schwingungsdauer t lässt sich nach dem Früheren leicht ermitteln; es handelt sich also noch um die Bestimmung von K, welches sich zusammensetzt aus dem Trägheitsmomente des Magnetstabes k_m und jenem des Bügels k_b. Die Ermittlung kann in folgender Weise geschehen. Hat man die Schwingungsdauer t bestimmt, so verbindet man mit dem Magnetstabe einen genau gearbeiteten Messing- oder Kupfercylinder, dessen Trägheitsmoment auf die in Betracht kommende Schwingungsaxe leicht berechnet werden kann, und beobachtet jetzt die Schwingungsdauer t_1; in diesem Falle gilt die Gleichung:

$$MH = \frac{\pi^2 (K + K_1)}{t_1^2}\,.$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt dann:

$$K = K_1 \frac{t^2}{t_1^2 - t^2}$$

Die Messung des Ablenkungswinkels geschieht ebenfalls in der bekannten Weise, dass man den Magnetstab zunächst auf der einen Seite des Instrumentes, (Ost) einmal mit seinem Nordpol, dann mit seinem Südpol gegen den freihängenden Magnetstab, auf die Ablenkungsschiene legt, und jedesmal nach erfolgter Einstellung des schon öfter besprochenen Spiegelbildes auf den Mittelstrich des Index I, den Horizontalkreis abliest; hierauf wird die Schiene auf der anderen Seite (West) befestigt und die ganze Beobachtung wiederholt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir eine Bemerkung erlauben, welche sich auf die Konstruktion der Ablenkungsschiene bezieht. Es ist bekanntlich eine ziemlich schwierige Aufgabe, die Entfernung des Ablenkungsmagneten vom freihängenden mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln; diese Aufgabe ist bei der beschriebenen Konstruktion der Ablenkungsschiene eine um so schwierigere, da sich die Entfernung der fest angebrachten Hülsen, welche zur Fixirung des Ablenkungsmagneten dienen, mit der Zeit ändert, indem nämlich durch das fortwäh-

rende Entfernen und Wiederbefestigen des Schienenarmes kaum jedesmal genau dieselbe Lage des Armes verbürgt werden kann; ein einfacher Maassstab, an welchem eventuell die Hülsen für den Magnetstab fest angebracht sein können, ist entschieden einer solchen Konstruktion vorzuziehen.

Die dem Instrumente beigegebenen Magnete *B* und *B'* haben in Folge ihrer Kleinheit sehr geringe Temperatur- und Induktionskoefficienten, was bei einem Reiseinstrumente von grossem Vortheil ist, weil bei Reisebeobachtungen die Temperatur der Magnete sehr schwer mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln ist und daher die wegen der Temperatur anzubringenden Korrektionen um so unsicherer werden, je grösser die Temperaturkoefficienten sind; die Korrektion wegen der Induktion kann bei so kleinen Induktionskoefficienten ganz wegfallen.

Das Inklinatorium, welches in Fig. 2 in halber wirklicher Grösse abgebildet ist, besitzt gleichfalls Kreise von 8 *cm* Durchmesser und die Theilung ist wie beim Theodoliten (in halbe Grade) ausgeführt; die direkte Ablesung mittels einer Handlupe giebt auch hier Minuten. Auf der Mitte der Alhidade ist ein Bogenstück *B* befestigt, welches am oberen Theil zwei horizontal liegende Querleisten *F* trägt, an welchen in der Mitte derselben die Achatlager für die Inklinationsnadel angebracht sind. An der Rückseite ist eine vertikal stehende Platte *P* sichtbar, welche in der Mitte eine Bohrung zur Aufnahme einer Horizontalaxe trägt, um welche der Vertikalkreis, der nach innen liegt, drehbar ist. Mit dem Vertikalkreis fest verbunden ist eine Alhidade mit den beiden konkaven Spiegeln *M* und M_1. An der Vorderseite sieht man noch eine horizontale Querleiste *L*, welche in ihrer Mitte eine kurze horizontale Axe trägt, um welche die beiden Lupen $l\,l_1$ mit der Hand bewegt werden können. Die oberen Kanten der beiden Achatlager liegen in einer dem Centrum des Vertikalkreises entsprechenden Horizontalebene. Die Magnetnadel *J* hat eine Länge von 6 *cm* und ist in ihrer Mitte mit einer zur Ebene derselben senkrecht stehenden Stahlaxe versehen, mittels welcher sie auf die Achatlager aufgelegt werden kann. Die Hebevorrichtung *H* (deren Einrichtung ähnlich jener bei anderen Inklinatorien ist) gestattet die Nadel von den Lagern zu entfernen und wieder auf dieselben zu legen. Vertikalkreis und Nadel können durch Aufsetzen eines dem unteren, durch Glasplatten geschlossenen Bogen *B*, ganz ähnlichen Gehäuses vor Luftströmungen geschützt werden. Die ausserhalb des Gehäuses am rückwärtigen Theile angebrachte Scheibe *V*, welche mit dem Vertikalkreise fest verbunden ist, dient zur rohen Einstellung des letzteren; die feinere Einstellung geschieht mittels einer am oberen Rande des Vertikalkreises sichtbaren Schraube *s*. Bei einer Einstellung dreht man den Vertikalkreis so lange, bis in den beiden

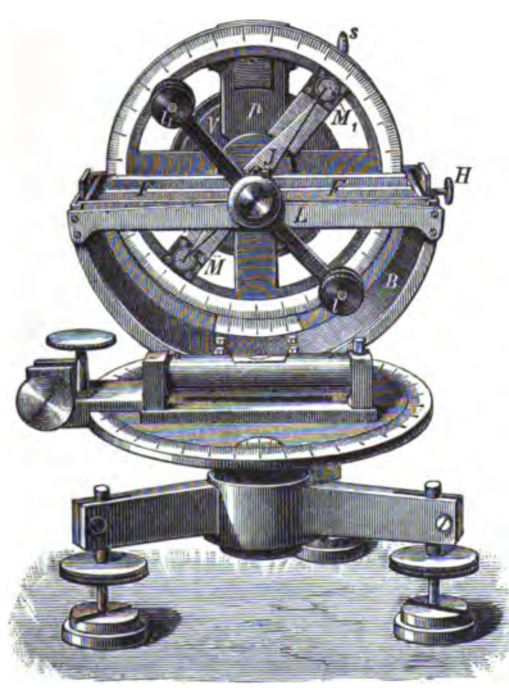


Fig. 2.

Lupen $l\,l_1$ die Spitzen der Nadel mit ihren Spiegelbildern von MM_1 zusammenfallen. Die beiden Spiegel MM_1 müssen so justirt sein, dass, wenn der Nullpunkt des Vertikalkreises mit dem Nullpunkt des Nonius zusammenfällt, die Verbindungslinie der beiden Spiegelmittelpunkte genau vertikal steht. Als Hilfsmittel zur Prüfung dieser wichtigen Stellung ist im obersten Theile des (in der Zeichnung fortgelassenen) Gehäuses an einem Knopf ein Loth aufgehängt. Man braucht zu diesem Zwecke bloss die Lupen $l\,l_1$ auf den Faden einzustellen und nachzusehen, ob bei der Nullstellung des Vertikalkreises auch die Spiegelbilder mit dem Faden übereinstimmen; sollte dies nicht der Fall sein, so müssen die Spiegel so lange verstellt werden, bis diese Bedingung erfüllt ist. Der Horizontalkreis dient, wie bekannt, zur Fixirung des magnetischen Meridians, da man vor der Einstellung auf die Spitzen der Inklinationsnadel die Ebene des Vertikalkreises in den magnetischen Meridian bringen muss. Das Gewicht des Inklinatoriums sammt Reisekästchen beträgt nur 2 *kg*.

Dem Instrumente, welches Moureaux bei seinen Messungen verwendet hat, war nur eine Nadel beigegeben. Ich möchte hier hervorheben, dass es für Reisebeobachtungen nothwendig ist, wenigstens an zwei Nadeln zu beobachten, wenn man sichere Resultate erhalten will, weil man bei Benutzung nur einer Nadel bei einer etwaigen Aenderung ihrer Korrektion (ein Umstand, dessen man nie sicher sein kann) nachträglich nicht leicht festzustellen ist, an welcher Station diese Aenderung eingetreten ist; hat man aber immer an zwei Nadeln beobachtet, so lässt sich dies leichter ermitteln. Die Ummagnetisirung der Nadel geschieht am einfachsten mittels zweier Streichmagnete, die leicht in dem Instrumentenkästchen untergebracht werden können, doch muss man bei dieser Operation die grösste Vorsicht anwenden, um die Nadel nicht in irgend einer Weise zu beschädigen. Zweckmässiger wäre es, die Ummagnetisirung durch den elektrischen Strom auszuführen, wie dies an manchen Observatorien (so auch in Wien) geschieht, weil bei dieser Manipulation die Nadel vor jeder mechanischen Beschädigung vollkommen geschützt ist; dies erfordert aber nebst der Vorrichtung zum Ummagnetisiren (eine Spule mit einem Kommutator) auch eine Batterie, und deshalb ist auf Reisen aus Bequemlichkeitsrücksichten die Methode des Streichens vorzuziehen.

Die beiden Instrumente, Theodolit und Inklinatorium, haben zusammen ein Gewicht von nur 8 *kg*, wodurch sie beim Transport, selbst auf den schlechtesten Wegen, keine Schwierigkeiten bereiten, und man muss staunen, dass es trotz der Reduktion in den Dimensionen doch möglich ist, ganz befriedigende Resultate zu erhalten. Diese Instrumente stehen zu den in früherer Zeit zur Messung der erdmagnetischen Elemente verwendeten in einem solchen Kontrast, dass sie fast wie ein Kinderspielzeug aussehen! Während man früher Magnetstäbe von einigen Fuss Länge und 40 Pfund Gewicht angewendet hat, begnügt man sich heute mit solchen von nur wenigen Centimetern Länge und einigen Gramm Gewicht. Ich will nicht behaupten, dass durch die allzugrosse Reduktion der Dimensionen die Genauigkeit der Messungsresultate nicht gelitten hätte, allein jedenfalls steht dieser Verlust an Genauigkeit in keinem Verhältniss zu der Bequemlichkeit, mit welcher Messungen mittels solcher Instrumente ausgeführt werden können, und es würde sich bei den in nächster Zeit in Deutschland und Oesterreich auszuführenden magnetischen Aufnahmen sehr empfehlen, die besprochenen Apparate einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen, weil durch Verwendung so leicht transportabler Instrumente die Kosten der Aufnahme gewiss bedeutend herabgemindert werden.

Ueber Hasselberg's „Methode, die Brennweite eines Linsensystems für verschiedene Strahlen mit grosser Genauigkeit zu bestimmen."

Von

Dr. S. Czapski in Jena.

Ueber die Vogel'sche „Methode zur Bestimmung der Brennpunkte und Abweichungskreise von Objektiven" und die Wolf'sche Modifikation derselben behufs Elimination des Augen-Chromatismus ist in dieser Zeitschrift seiner Zeit berichtet worden[1]) namentlich in der letzteren Gestalt. Diese Methode bietet ein ausserordentlich bequemes Mittel, um sich über den Achromatisirungszustand eines Fernrohrobjektivs mit einem Blicke zu unterrichten. Durch Anwendung eines starken Spektroskops und bei entsprechender Sorgfalt in den Beobachtungen kann auch in der quantitativen Bestimmung der fraglichen Differenzen eine beträchtliche Schärfe erreicht werden. Die Methode ist aber für die Ermittlung der Gesammtbrennweite — wenigstens unmittelbar — nicht anwendbar.

Gerade diesen Zweck verfolgte nun Hasselberg.[2]) Er bediente sich im Wesentlichen der Methode Bessel's (*Untersuchungen über den Schraubenwerth des Königsberger Heliometers. Astron. Unters. I., S. 136)*, welche dann Gauss in seinen *Dioptrischen Untersuchungen* mathematisch strenger formulirt hat, indem er den Abstand der Hauptpunkte berücksichtigte. Die Methode beruht in letzter Linie darauf, dass dioptrische Formeln in Bezug auf den Objektabstand und Bildabstand vollkommen symmetrisch sind. Man kann diese beiden Grössen daher mit einander vertauschen. Umgekehrt stehen Objekt- und Bildebene in fester Entfernung von einander (um weiter als die vierfache Brennweite des Linsensystems), so giebt es zwei Stellungen des Linsensystems, bei welchen ein reelles Bild des Objekts scharf in der Bildebene entworfen wird. Kennt man jene Entfernung des Objekts vom Bilde und hat man die Verschiebung gemessen, welche das Objektiv bei der Ueberführung aus der einen Stellung in die andere erfahren hat, so ergiebt sich hieraus die Aequivalentbrennweite des Systems, wenn man noch den Abstand der Hauptpunkte desselben zu ermitteln vermag. Bei sich berührenden Linsen kann man denselben in genügender Annäherung aus dem Brechungsexponenten und der Dicke der Linsen berechnen.

Um die Brennweite für verschiedene, gut definirte Wellenlängen bestimmen zu können, bediente sich Hasselberg als Objektes des scharfen objektiven Fokalbildes einer Spektrallinie im Brennpunkt des Fernrohres eines Spektroskopes, dessen Beschreibung wir an anderer Stelle dieser Zeitschrift geben werden. Dasselbe ist am einen Ende der Basislinie aufgestellt, die optische Axe seines Fernrohrs mit der des zu untersuchenden Objektivs möglichst in einer Linie.

Am anderen Ende der Basis steht eine Lupe mit markirter Fokalebene, diese ebenso wie das Objektiv in geeigneten justirbaren Trägern und auf Wagen längs der Basis verschiebbar. Eine Theilung an der Basis erlaubt die Stellungen der mit Zeigern versehenen Wagen genau abzulesen. Nach der Justirung aller Theile wird nun zuerst das Okular an das Spektroskop herangefahren und auf die verschiedenen, nach einander in die Mitte des Sehfelds gebrachten Linien des Spektrums eingestellt. Dann erhält das Okular seine feste Aufstellung am anderen Ende der Basis und das Objektiv wird auf seinem Wagen mittels Schnurlaufs für

[1]) S. d. Zeitschr. 1881. S. 70 und 1888 S. 248. — [2]) *Mél. math. et astr.* aus dem *Bull. de l'Acad. Imp. de St.-Petersbourg. T. VI. S. 669.*

jede der gewünschten Spektrallinien in die beiden korrespondirenden Stellungen gefahren und alle zugehörigen Ablesungen gemacht. So erhält man die Entfernung des Bildes vom Objekt, sowie die Verschiebung des Objektivs unabhängig von den Achromasiefehlern des Spektroskops und des Auges, also schliesslich die Brennweite des Objektivs für jede angewandte Wellenlänge.

Im Obigen sind nur die Umrisse des Verfahrens angegeben. Leser, die sich des Näheren belehren wollen, müssen auf das interessante Original verwiesen werden. Durch Wiederholung der Messungen bei etwas verschiedener Basislänge werden mehrere unabhängige Reihen erhalten. Diese stimmen in Folge der Sorgfalt, welche Hasselberg bei den Einzelbeobachtungen wie in der Justirung und dem ganzen Arrangement anwandte, vortrefflich mit einander überein. Der Einfluss der Beobachtungsfehler auf das Resultat ist, wie aus der Formel hervorgeht, ebenfalls ein sehr geringer. Die Basis war sorgfältig nivellirt und gerichtet; genaue Maassstäbe standen zur Verfügung. Die einzelnen Einstellungen wurden meist 10 mal wiederholt u. s. w. Kurz, Hasselberg gestaltete das ganze Verfahren zu einer wahren Präcisionsmethode. Wiewohl die Schwierigkeit, eine gut bestimmte Basis zu erhalten, mit der Länge derselben schnell wächst, so erhielt er z. B. dennoch die Brennweiten eines Objektivs von nahe 1,5 *m*, welches eine Basis von fast 6 *m* erforderlich machte, in verschiedenen Reihen bis auf 0,10 bis 0,15 *mm*, also auf etwa 0,01 % übereinstimmend. Das Mittel aus vier bis fünf solchen Reihen liefert also einen Werth, dessen wahrscheinlicher Fehler minimal ist. Aus den Bestimmungen der Brennweite für verschiedene Wellenlängen ergiebt sich die chromatische Differenz der Brennweiten.

Auf diese Weise hat Hasselberg den Korrektionszustand mehrerer Objektive aus den für sechs verschiedene Wellenlängen erhaltenen Werthen ermittelt. — Mit der Vogel-Wolf'schen Methode ist die Hasselberg'sche im Grunde genommen wenig vergleichbar, wiewohl sie anscheinend mit ihr in Konkurrenz tritt. Denn erstens liefert die Bessel-Hasselberg'sche Methode die Werthe der Aequivalent-Brennweiten und deren chromatische Differenzen, die Vogel-Wolf'sche aber die Differenzen der Axenschnittweiten. Diese Differenzen stimmen mit jenen bei den gewöhnlichen Objektiven wohl nahezu überein, bei Objektiven anderer Konstruktion aber und optischen Instrumenten von anderem Typus können beide Differenzen wesentlich verschieden sein. Die eine bedingt den Grad der Stranlenvereinigung in der Axe, die andere den Achromatismus ausser der Axe. Die Hasselberg'sche Methode ergiebt ferner, wie Eingangs hervorgehoben, den Werth der Gesammtbrennweite und erst aus diesem die Differenzen der Brennweite für verschiedene Farben; die Vogel-Wolf'sche hingegen bezieht sich zunächst nur auf die Differenzen. Man würde aber auch sie leicht so modificiren können, dass der Werth der Gesammtbrennweite ebenfalls erhalten wird. Man brauchte ja nur den Abstand des Fokus von der letzten Linsenfläche ganz ähnlich wie Hasselberg durch Verschiebung des Okulars zu messen und die Entfernung des zweiten Hauptpunktes von derselben Fläche aus den meist bekannten Elementen des Linsensystems zu berechnen und als Korrektion hinzuzufügen. Man würde dann praktisch und methodisch gegenüber dem Hasselberg'schen Verfahren mehrere Vortheile gewinnen. Denn erstens würde die nöthige Basis nur den vierten Theil so lang sein, was bei grösseren Objektiven ausserordentlich ins Gewicht fällt. Der Einfluss der Beobachtungsfehler selbst wird allerdings nicht geringer aber eben auch nicht grösser, so dass bei gleicher Sorgfalt in den Messungen die Ermittlung der Gesammtbrennweite auf

diesem Wege dieselbe Schärfe besitzen würde wie auf dem anderen. Zweitens ist es vom methodischen Gesichtspunkte aus ein entschiedener Vorzug des Vogel'schen Verfahrens, dass hier die Differenzen direkt, als solche, gemessen werden, während sie bei Hasselberg als kleine Differenzen sehr beträchtlicher Grössen mit dem ganzen Messungsfehler dieser belastet werden, also procentisch ganz unverhältnissmässig stark.

Dass dieser Mangel an Hasselberg's eigenen Messungen nicht mehr hervortritt, liegt wohl nur an der ausserordentlichen Sorgfalt, mit welcher dieser seine Untersuchung ausgeführt hat. Es kann aber gar kein Zweifel darüber bestehen, dass diese Differenzen durch direkte Messung bei entsprechender Sorgfalt sehr viel genauer und jedenfalls sehr viel schneller und bequemer erhalten werden. Denn die Elementarbeobachtung ist bei beiden Methoden die gleiche: Eine Einstellung auf das Bild einer Spektrallinie, also als solche mit dem gleichen wahrscheinlichen Fehler behaftet. Ja es ist sogar auch hierin die Vogel'sche Methode in einem nicht zu unterschätzenden Vortheil: Bei ihr wird das Fernrohrobjektiv mit demjenigen Strahlengange in Anspruch genommen, auf welchen dasselbe korrigirt ist. Es ist also einerseits die Bildschärfe und damit die Einstellungsgenauigkeit an sich die möglichst grösste, und andererseits die Winkelöffnung der abbildenden Strahlenkegel die doppelte als bei Hasselberg. Nach Rayleigh (*S. diese Zeitschr. 1888. S. 214*) ist die Einstellungsgenauigkeit aber proportional dem Quadrate der angularen Oeffnung, so dass hiernach allein für die Vogel'sche Methode schon eine viermal grössere Einstellungsgenauigkeit resultiren würde.

Ein definitives Urtheil über die relativen Vorzüge der beiden in Vergleich gezogenen Methoden kann natürlich nur auf Grund aktueller, unter vergleichbaren Umständen angestellter Messungen gewonnen werden. In der Anwendung der Vogel'schen ist der bei ihr mögliche Grad der Genauigkeit jedenfalls noch nicht erreicht. Dem praktischen Optiker kommt es meist allein darauf an, die chromatische Korrektur seines Objektes kennen zu lernen, während der Werth der Brennweite in der Rohrlänge genau genug gegeben ist. Ihm empfiehlt sich daher die Vogel'sche Methode, welche fast ohne Apparate mit einem sehr geringen Aufwande an Zeit und Mühe zuverlässige und übersichtliche Resultate liefert, zunächst am meisten, namentlich in der von Wolf angegebenen Modifikation. — Dass die Messungen in letzter Linie sämmtlich auf Einstellungen basirt sind, betrachte ich als einen gemeinsamen Mangel beider Methoden. Denn in Folge der Unempfindlichkeit des Auges gegen kleine Zerstreuungskreise und aus dem anderen oben angedeuteten Grunde bleiben solche Einstellungen stets mit einem verhältnissmässig grossen Fehler behaftet. — Ein weiterer Mangel, wenn man die äusserste erreichbare Genauigkeit der Messungen ins Auge fasst, ist der, dass beide Methoden das Objektiv nur als Ganzes auffassen, also der chromatischen Differenz der sphärischen Aberration keine Rechnung tragen. — Eine Präcisionsmethode zur Bestimmung der Brennweiten, welche diese Umstände berücksichtigt und welche auch auf Linsensysteme mit beliebig weit entfernten Hauptpunkten anwendbar ist, wird wohl demnächst von anderer Seite an dieser Stelle mitgetheilt werden.

Der Verfasser hat mittels seiner Methode u. A. auch ein Objektiv untersucht, welches ihm von C. Bamberg zum Zwecke der Spektrophotographie hergestellt war. Der Auftraggeber wollte ohne Okular photographiren, das Objektiv sollte also die gesammte Vergrösserung liefern und es war darum zu einer Oeffnung desselben von 55 *mm* eine Brennweite von etwa 1500 *mm* gewählt worden. Dieser

günstige Umstand gestattete, zur Konstruktion des Objektivs Glasarten zu verwenden, welche in Folge ihrer geringen ν-Differenz bei grösserer relativer Oeffnung zu unausführbaren Krümmungen geführt hätten, welche aber dafür eine ganz ausserordentliche Verringerung des sekundären Spektrums mit sich bringen.

Nach meiner Rechnung müsste die Längsabweichung, in Hunderttausendteln der Brennweite betragen: wenn im Spektrum C mit F vereinigt ist für die Linien

$$A' = -13 \qquad D = -13 \qquad G' = +18,$$

während für ein Objektiv aus gewöhnlichen Silikatgläsern die gleichen Abweichungen betragen:

$$A' = +112 \qquad D = -46 \qquad G' = +179,$$

oder, wenn C mit G' vereinigt ist für die Linien

$$A' = -16 \qquad D = -16 \qquad F = -11.$$

Das sind Abweichungen von so geringem Betrage, wie sie bis jetzt noch niemals verwirklicht worden sind.

Ueber die Stellung der Kinematik zur Instrumentenkunde.

Von

W. Hartmann, Königl. Regierungsbaumeister, Privat-Dozent an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin.

Zu dem Gebiete der exakten Forschung, vielleicht als das jüngste Glied derselben, gehört die Kinematik, in der Form, welche sie durch Reuleaux's grundlegende Arbeiten[1]) empfangen hat. Sie ist ganz und gar eine Wissenschaft der Neuzeit, eine Wissenschaft, welche, mit dem Aufschwunge der Technik auf das Innigste verknüpft, kaum über den Anfang unseres Jahrhunderts zurückreicht und dennoch — obwohl sie noch immer des weiteren Ausbaues bedarf — ein umfangreiches Forschungsgebiet nicht nur erschlossen, sondern auch bereits zu einem beträchtlichen Theile durchzogen hat. Seit dem Erscheinen des Reuleaux'schen Werkes ist wenig mehr denn ein Jahrzehnt verstrichen, und jetzt schon kann man erkennen, dass die Resultate der darin enthaltenen umfangreichen Untersuchungen zum grossen Theil das Gemeingut nicht nur der wissenschaftlich arbeitenden Techniker geworden sind, sondern dass sie auch den anderen Wissensgebieten, so der Philosophie[2]), Anregung zur Verwerthung derjenigen Resultate des menschlichen Schaffens und Denkens gegeben haben, welche, in das körperliche Sein übertragen, in greifbarer Form den Inhalt der uns umgebenden Kulturwelt ausmachen und die, im Gegensatze zu den unveränderten Naturobjekten, als Gebilde der Menschenhand, als Thaten des Menschengeistes nicht nur die Zeichen ihrer Herkunft unverkennbar an sich tragen, sondern auch dazu berufen erscheinen, die Dinge der Aussenwelt zu grösserer Klarheit durchdringen zu lassen. In inniger Beziehung steht die Kinematik zur Instrumentenkunde und ihre Anwendung auf dieselbe ist einer systematischen Ausdehnung fähig. Die Instrumente und damit auch die Instrumentenkunde sollen vornehmlich diejenigen Mittel liefern, welche den Forscher zum tieferen Eindringen in die Dinge der Aussenwelt oder zur genaueren Betrachtung der Beziehungen dieser Dinge

---

[1]) Reuleaux, Theoretische Kinematik, Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. — [2]) Kapp, Philosophie der Technik.

unter einander befähigen. Es erscheint daher am Platze, die Ergebnisse, welche die kinematische Forschung geliefert hat, auch für die Instrumentenkunde zu verwerthen, und dieses ist um so eher möglich, als die Instrumente, während des Gebrauchs durch den Beobachter, in ihrer Bewegung durch die Hand desselben, in der That vollständig unter den Begriff der „Maschine“ fallen. Das „Maschinenproblem“, d. h. „die Aufsuchung derjenigen Gesichtspunkte, unter welchen die Maschine in die Erscheinung tritt“, wird daher auf das ungetheilte Interesse der Verfertiger der Instrumente und der Instrumentenkundigen Anspruch erheben dürfen.

„Unter allen Machwerken der Menschenhand ragt die Maschine hoch empor.“ Ist sie auf der einen Seite das Mittel, um die sinnlos waltenden, sich im Wettstreit befehdenden und dem Menschen gefahrbringenden Naturkräfte in enge Fesseln zu schlagen und sie zu zwingen, in nützlicher mechanischer Arbeit die Schaffensmacht des Menschen zu verhundertfachen, so ist sie auf der anderen Seite der Apparat, mit welchem die zartesten und feinsten Arbeiten mit einer Gleichartigkeit hergestellt werden, welche die geschickteste Hand erst nach langjähriger Uebung, oder vielleicht niemals so vollkommen erreicht. So ist sie zur mächtigen Bundesgenossin des rastlos thätigen Menschen geworden und schafft gleich ihm am sausenden Webstuhl der Zeit, ja sie bildet recht eigentlich das Merkmal, welches unsere Kulturepoche kennzeichnet. Sie ist die Verkörperung von menschlichem Scharfsinn und menschlichem Witz, gleichsam ein Theil unseres eigensten Selbst, übertragen auf leblose körperliche Gebilde, welche in ihrem Zusammenhange und unter der Einwirkung der Naturkräfte Leben und Bewegung besitzen, welche in gewissen Gestalten zeitweilig ihrem Erzeuger so ähnlich scheinen, dass sie fälschlich als Beweismittel für diejenige materialistische Richtung herhalten musste, welche in dem Menschen nichts Anderes als eine Maschine von besonderer Vollkommenheit sieht. Ist es behufs Beseitigung dieses Irrthums schon aus allgemein menschlichem Interesse wichtig, das Maschinenproblem genau zu kennzeichnen, so hat diese Läuterung noch den weit höher anzuschlagenden Vortheil im Gefolge, dass sie den an der Erzeugung der Maschine Betheiligten einen tieferen Einblick in den Zusammenhang der einzelnen Maschinen unter einander gewährt. Vermöge der Kenntniss dieses Zusammenhanges ist man aber im Stande, die endgültig gelösten machinalen Probleme leichter zu überschauen, und aus dem entwicklungsgemässen Aufbau der Einzellösungen Methoden abzuleiten für die Weiterförderung neuer Probleme. Es ist das Verdienst Reuleaux's, die Wissenschaft von der Maschine auf diese hier angedeutete Bahn gelenkt zu haben.

Die Wissenschaft von der Maschine lässt sich in vier einzelne Zweige zerfällen, deren Gebiete der Hauptsache nach deutlich von einander getrennt werden können. — Vermittels der Maschinen sollen mechanische Naturkräfte genöthigt werden, unter bestimmten Bewegungen zu wirken. Es werden deswegen erstens Untersuchungen anzustellen sein über die Art, wie die mechanischen Naturkräfte am günstigsten in die Maschine eingeführt und in ihr zum Wirken veranlasst werden. Die Wissenschaft, welche sich mit diesen Untersuchungen befasst, ist die theoretische Maschinenlehre. — Die Wirkungen der Kräfte auf die Körper, welche die Maschine bilden, bedingen, dass diese Körper widerstandsfähig genug sein müssen, um die Kräfte übertragen zu können. Es muss deswegen eine zweite Wissenschaft sich damit beschäftigen, die Abmessungen und die Gestalt der Körper so festzusetzen, dass sie unter der Wirkung der Kräfte nicht zerbrechen; mit der Lösung dieser Aufgabe beschäftigt sich die Maschinenkonstruktionslehre. — Der Zweck der Maschinen besteht ferner darin, dass die mechanischen Naturkräfte durch sie gezwungen werden

sollen, ganz bestimmte Arbeiten zu verrichten. Untersuchungen über die Art und Weise, wie diese Kräfte am vortheilhaftesten ausgebeutet werden, bilden drittens den Gegenstand der mechanischen Technologie. — Die mechanischen Naturkräfte sollen aber endlich in der Maschine nicht frei, sondern in ganz bestimmter Weise wirken, sie sollen bestimmte Bewegungen der in der Maschine vereinigten Körper hervorbringen. Die Wissenschaft derjenigen besonderen Einrichtungen der Maschine, vermöge welcher die Bewegungen der sie bildenden Körper zu ganz bestimmten werden, ist die Kinematik.

Nach dem Voraufgegangenen wird die Reuleaux'sche Definition der Maschinen ohne Weiteres verständlich sein; sie lautet: „Eine Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet ist, dass mit ihrer Hilfe mechanische Naturkräfte genöthigt werden können, unter bestimmten Bewegungen zu wirken".

Die Kinematik nimmt nach dem Obigen in der Gesammtheit der Maschinenwissenschaften eine ganz bestimmte Stellung ein. Ihr Gebiet ist ein fest umgrenztes; sie will nichts mehr und nichts weniger lehren als die Art und Weise, wie die widerstandsfähigen Körper, welche eine Maschine bilden sollen, vereinigt und gestaltet werden müssen, damit ihre Bewegungen zu bestimmten werden. Die Kinematik ist also nicht eine Wissenschaft, welche die Bewegungen im Allgemeinen untersucht, sondern welche nur solche Bewegungen betrachtet, die vermittels widerstandsfähiger Körper durch machinale Gebilde hervorgebracht werden können.

Indem man diese Grenze festhält, werden von vorn herein alle kosmischen Bewegungen, welche durch das freie Walten der Naturkräfte hervorgebracht werden, wie die Bewegungen der Gestirne, die Bewegungen der Atmosphäre und der Körper in derselben, u. s. w., von den Untersuchungen ausgeschlossen. Dagegen ist es nothwendig, die gegenseitigen Bewegungen aller Körper, welche in der Maschine vorkommen können, in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Und hier zeigt eine geringe Ueberlegung, dass nicht nur annähernd starre Körper in der Maschine eine Rolle spielen, sondern dass auch flüssige Körper, wie in den Pumpen, luftförmige Körper, wie der Dampf, in eine Verkettung mit anderen Körpern eintreten können. Ja selbst unter den festen Körpern giebt es eine besondere Gruppe, welche man auszuschliessen gezwungen wäre, wenn man in der Maschine nur starre Körper verwenden wollte; das sind die Seile, die Riemen, die Bänder, die Ketten u. s. w., die aber, wie bekannt, vieltausendfältig in den Maschinen Verwendung finden.

Nach der Art ihrer Widerstandsfähigkeit giebt es also drei verschiedene Gruppen von Körpern, welche sich in der Maschine bewegen können; das sind:

1) annähernd starre Körper, d. h. solche, welche nach jeder Richtung widerstandsfähig sind;
2) Zugorgane, d. h. solche, die, wie die Seile, Riemen u. s. w., nur nach einer Richtung widerstandsfähig sind;
3) Druckorgane, d. h. solche, die, wie das Wasser oder der Dampf, erst widerstandsfähig werden, wenn man sie (Dampfcylinder) in ein Gefäss einschliesst.

Auf alle diese Körper, ihre relativen Bewegungen und ihre Formen muss sich daher, wie Reuleaux gezeigt hat, die Untersuchung in der Kinematik erstrecken, natürlich immer mit der besonderen Absicht, sie demnächst im Aufbau eines machinalen Gebildes zu verwenden, d. h. mit Rücksicht auf den Zweck der Maschine.

Wenn sich mehrere Körper bewegen, so ändern sich die Abstände ihrer

einzelnen Punkte von einander; es ist daher erforderlich, dass innerhalb des Rahmens der Kinematik eine grössere Zahl von Untersuchungen über die Messung und Beurtheilung der Relativbewegungen, namentlich fester Körper, vorgenommen werde, dass diese Relativbewegungen möglichst in der Form fester mathematischer Ausdrücke und Sätze zum Gebrauch bereit stehen. Die Zahl dieser Untersuchungen ist nicht gering, auch ist die zu verarbeitende Materie nicht immer sehr einfach zu nennen, weswegen die Erledigung dieser Aufgaben fast den ganzen Apparat der konstruktiven wie rechnenden Geometrie in Anspruch nimmt. Nach Aronhold's Vorschlage wird der gekennzeichnete Theil der Kinematik zweckmässig unter dem Namen *kinematische Geometrie* zusammengefasst. Neuere Autoren, durch die Fülle des Stoffes, welche die kinematische Geometrie der denkenden Betrachtung darbietet, angezogen, haben sie als den eigentlichen Gegenstand der Kinematik hinzustellen versucht, dabei aber übersehen, dass Ampère, als er den Namen *Kinematik* schuf, nichts weniger als die geometrische Lösung der Relativbewegungsaufgaben im Auge hatte, dass also die kinematische Geometrie in der Kinematik nicht sowohl Zweck, als Mittel zum Zweck ist.

Es soll hiermit nicht etwa die Bedeutung der kinematischen Geometrie verkannt werden; nein, im Gegentheil, der Werth derselben kann, wie Aronhold's geistvolle Arbeiten gezeigt haben, für die Kinematik gar nicht hoch genug angeschlagen werden, denn in vielen Fällen ist es durch sie erst möglich, für eine bestimmt beabsichtigte Bewegung die Lösung zu geben. Demnach ist es für die Ausbildung der Kinematik und ihre Anwendungen, welche zu einem beträchtlichen Theile im Gebiete der Instrumentenkunde liegen, sehr erwünscht, dass das fruchtbare Forschungsgebiet der kinematischen Geometrie möglichst ausgiebig gepflegt werde. Sind nämlich die Probleme der Relativbewegungen der Körper in grosser Zahl erst vollständig und ausführlich gelöst, so ist damit für die Ausbildung vieler machinaler Gebilde das Fundament gegeben. Es soll später an einem besonderen Beispiel hierauf ausführlicher eingegangen werden.

Eine weitere Forschungsrichtung in der Kinematik hat sich darauf zu erstrecken, wie die gedachten Bewegungen in der Wirklichkeit zu bestimmten werden. Hier hat Reuleaux vor allen Dingen bahnbrechend gewirkt, indem er zeigte, dass die einzelnen Maschinen nicht sowohl, wie es früher die Ansicht war, aus einzelnen Elementen, als aus Paaren von Elementen zusammengesetzt sind. Mit der Einführung des Begriffes des Elementenpaares ist der Weg geebnet zur vollständig deduktiven Behandlungsweise der Kinematik.

Elementenpaare sind beispielsweise: Schraube und Schraubenmutter, bezeichnet als Schraubenpaar; cylindrischer Zapfen und Lager, bezeichnet als Cylinderpaar u. s. w. Wesentlich ist es, beim Elementenpaare darauf zu achten, dass das eine Element die Umhüllungsform des anderen an sich trägt. Dabei ist es nicht nothwendig, dass die sich berührenden Flächen der beiden Elemente sich stets mit allen Punkten berühren, sondern die Berührung (Stützung) muss nur in so viel Punkten vorhanden sein, dass keine andere Bewegung als die gewünschte stattfinden kann. Ist diese Bedingung erfüllt, und leitet man alsdann Bewegung ein, so kann diese in der Maschine benutzt werden.

Werden Elemente aus verschiedenen Paaren mit einander verbunden, so entstehen kinematische Glieder, deren äussere Form je nach dem Zwecke, welchem die Maschine dienen soll, die verschiedenartigste sein kann. Die Verbindung einer grösseren Zahl von Elementenpaaren durch kinematische Glieder heisst allgemein

eine kinematische Kette, welche entweder offen oder geschlossen sein kann. Im Maschinenbau finden beide Arten Verwendung, jedoch sind die geschlossenen kinematischen Ketten die weitaus zahlreicheren. Eine geschlossene kinematische Kette besitzt im Allgemeinen ebensoviele kinematische Glieder als Elementenpaare. Sie ist noch nicht dazu geeignet, bestimmte Relativbewegungen hervorzubringen; sie wird es aber dann, wenn man eines ihrer Glieder gegen einen als ruhend zu betrachtenden Raum festhält. Geschieht dieses, so ist aus der kinematischen Kette ein Mechanismus geworden. Es leuchtet nun sofort ein, dass man jedes einzelne Glied einer kinematischen Kette fest aufstellen kann, woraus sich der fundamentale Satz ergiebt: „Jede kinematische Kette kann auf so viele Arten zum Mechanismus gemacht werden, als sie Glieder besitzt.“ Dabei kann es vorkommen, dass die Mechanismen alle von einander verschieden ausfallen; es ist jedoch nicht nothwendig, dass dieses geschieht.

Der vorstehende Satz ist eine wahre Fundgrube nicht nur für die kinematische Forschung im Allgemeinen, sondern auch für die besondere Aufsuchung der Lösungen der Bewegungsprobleme geworden; er enthält den speciellen Begriff von der kinematischen Umkehrung, der bereits derart zum Allgemeingut geworden ist, dass die Rechtsprechung ihn zur Konstruktion eines Fundamentalsatzes des Patentrechtes gemacht hat. Ein genauer Einblick in die Listen des Kaiserlichen Patentamtes spricht beredter, als Worte dieses vermögen, für die wahrhaft fundamentale Bedeutung dieses an und für sich so einfach scheinenden Satzes.

Ich muss mir versagen, hier, wo es sich nur um allgemeine Umrisse handelt, weiter auf dieses anziehende Thema einzugehen, doch hoffe ich an anderer Stelle darauf zurück zu kommen und seine Anwendung am speciellen Fall zu zeigen.

Die im Vorstehenden gekennzeichnete Methode wird wesentlich vervollständigt durch ein tieferes Eingehen auf die Probleme der gegenseitigen Reibung der Körper und die hieraus hervorgehenden Betrachtungen über die Art der Gestaltung sowohl der Elementenpaare, als auch der kinematischen Glieder und Ketten. Es entwickelt sich alsdann ein Formenreichthum für jede einzelne kinematische Kette, welcher zunächst scheinbar keine Grenzen zu haben scheint, der aber dennoch, in logischer Folge vorgeführt, seine Grenzen erkennen lässt. Es ist dabei sehr interessant zu beobachten, wie die Praxis bei den von ihr bevorzugten kinematischen Ketten den Gestaltungswechsel allmälig, aber vollkommen sicher vollzieht, ohne sich dabei im Einzelnen dieses Vorgehens vollkommen bewusst zu sein.

(Fortsetzung folgt.)

Ersatz des Photometerfettflecks durch eine rein optische Vorrichtung.

Von

Dr. O. Lummer und Dr. E. Brodhun.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die folgende Mittheilung soll von einem neuen Princip für die Konstruktion von Photometern vorläufige Kenntniss geben; ein ausführlicher Bericht darüber wird später folgen.

Alle für die Vergleichung von Lichtquellen bestimmten Photometer können je nach dem Merkmal für die Gleichheit der beiden beleuchteten Felder in drei Gruppen eingetheilt werden: 1. Die beiden Felder sind getrennt durch einen grösseren oder kleineren, meist dunklen Zwischenraum (L. Weber.) 2. Die beiden

Felder sind nicht getrennt, gehen aber nur allmälig in einander über (Foucault, Rumford, Wild). 3. Die beiden Felder stossen ohne Zwischenraum scharf an einander.

Nur bei den zuletzt genannten Photometern wird die Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitsunterschiede voll und ganz ausgenutzt. Zu diesen gehört das in der Praxis meist angewandte Bunsen'sche Fettfleckphotometer, wenn der benutzte Fettfleck scharfe Ränder hat. Bei einiger Erfahrung und Uebung ist diese Bedingung leicht zu erfüllen. Ein solches Photometer hat aber immer noch den bedeutenden Uebelstand, dass jedes der zu vergleichenden Felder nicht bloss von einer, sondern gleichzeitig von beiden Lichtquellen Licht erhält. Der Fettfleck wäre nur dann ein idealer, wenn der gefettete Theil kein Licht reflektirte und der nicht gefettete Theil kein Licht hindurchliesse. Nach den an gebräuchlichen Fettflecken von Herrn Prof. L. Weber[1]) ausgeführten Messungen verhält sich die Empfindlichkeit bei jenen zu derjenigen eines idealen Fettflecks etwa wie 1 : 3. Dass wirklich gefettete Papiere niemals die theoretischen Forderungen zu erfüllen im Stande sind, ist selbstverständlich. Die in der zweiten Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen über die photometrischen Methoden führten zu einem neuen Photometerprincip, bei welchem durch optische Einrichtungen allen Bedingungen des idealen Fettflecks genügt wird.

Es stelle Fig. 1 einen durch die beiden Glasprismen *A* und *B* gelegten Hauptschnitt dar. *B* ist ein gewöhnliches totalreflektirendes Prisma mit genau ebener Hypotenusenfläche, während beim Prisma *A* nur die Kreisfläche *rs* absolut eben ist, der übrige Theil *qr* und *sp* dagegen eine Kugelzone bildet. Man presst die beiden Prismen bei *rs* so innig aneinander, dass alles irgend woher auf diese Berührungsfläche auffallende Licht vollständig hindurchgeht[2]). Das bei *O* befindliche Auge wird also Licht von *l* nur durch die Berührungsfläche *rs* hindurch erhalten, dagegen von λ her nur diejenigen Strahlen, welche an *ar* und *sb* total reflektirt werden. Sind *l* und λ diffus leuchtende Flächen und ist das Auge auf die Fläche *arsb* eingestellt, so erblickt es im Allgemeinen einen scharf begrenzten hellen oder dunklen elliptischen Fleck in einem gleichmässig erleuchteten Felde. Bei Gleichheit der Lichtquellen verschwindet dieser Fleck vollkommen. Andere ähnliche Vorrichtungen haben wir theils versucht, theils sollen sie noch geprüft werden. Bisher hat die beschriebene Anordnung die reinste Erscheinung gegeben.

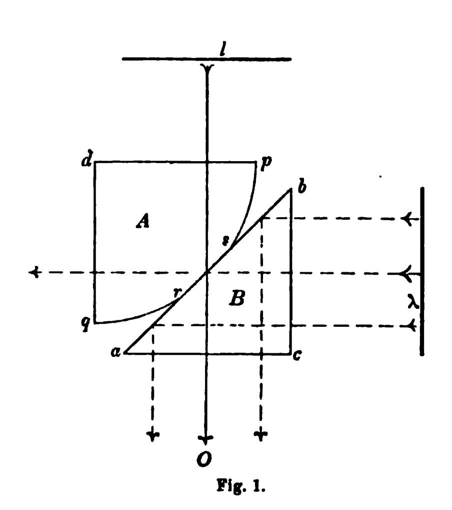


Fig. 1.

In Fig. 2 ist die Anordnung des Photometers skizzirt, wie es unter Benutzung des vorstehenden Princips in der Werkstatt der Reichsanstalt für unsere Versuche ausgeführt wurde. Lothrecht zur Axe der Photometerbank *mn* steht der Schirm *ik*; er besteht aus zwei Papierblättern, zwischen welche Stanniol gelegt ist. Das diffuse, vom Schirm ausgehende Licht fällt auf die Spiegel *e* und *f*, welche es senkrecht auf

[1]) L. Weber, Wied. Ann. **31.** 1887. S. 676. — [2]) Aehnlich wie beim centralen schwarzen Fleck der im reflektirten Lichte erzeugten Newton'schen Ringe.

die Kathetenflächen *cb* und *dp* der in Fig. 2 gezeichneten Prismenkombination werfen. Der Beobachter bei *O* stellt durch die verschiebbare Lupe *w* scharf auf die Fläche *arsb* ein.

Zu den Vorzügen des beschriebenen Photometers kommt noch der weitere nicht zu unterschätzende hinzu, dass es frei ist von der beim Bunsen'schen Fettfleck so störenden Veränderlichkeit und ungleichmässigen Ausstrahlung der beiden Fettfleckseiten. Es sei kurz erwähnt, dass sich durch geeignete Vorrichtungen auch hier der Vortheil ausnutzen lässt, der durch beiderseitiges Beobachten des Fettflecks gewonnen wird. Die mit einem vorläufigen Apparate ausgeführten Messungen bestätigten vollkommen die nach der Theorie zu erwartende Ueberlegenheit des neuen Photometerprincips gegenüber dem Fettfleck. Die getroffene Anordnung erlaubt, das neue Photometer ohne Weiteres an die Stelle der üblichen Bunsen'schen Apparate auf jede Photometerbank zu setzen. Die ausführliche Mittheilung wird auch über die Anwendung des beschriebenen Princips auf andere, gebräuchliche Photometerkonstruktionen Näheres enthalten.

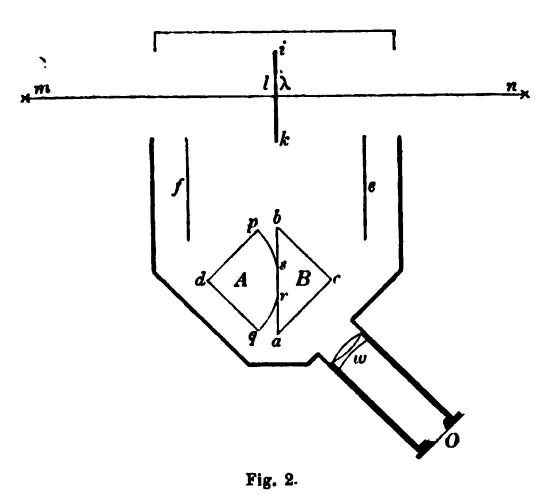


Fig. 2.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Thermometern.

Die zweite (technische) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übernimmt die Prüfung und Beglaubigung von Thermometern nach Maassgabe folgender Bestimmungen.

§ 1. Die Prüfung hat den Zweck, die Richtigkeit der zeitigen Angaben der Thermometer zu bescheinigen. Sie kann mit einer Beglaubigung verbunden sein, sofern die Grenzen der zu erwartenden späteren Veränderungen der Angaben ermittelt werden können.

§ 2. Zur Prüfung zugelassen sind mit Quecksilber gefüllte Thermometer aus Glas; die Prüfung anderer Thermometer wird nur insoweit übernommen, als Bestimmungen dafür im Folgenden vorgesehen sind oder als in besonderen Fällen die Reichsanstalt es für zulässig erachtet.

Die Beglaubigung beschränkt sich in der Regel auf Quecksilberthermometer zu ärztlichen Beobachtungen; auch unter diesen sind Maximumthermometer von der Beglaubigung ausgeschlossen.

I. Quecksilberthermometer für ärztliche Beobachtungen.

§ 3. Aerztliche Thermometer, deren Prüfung verlangt wird, sollen folgenden Anforderungen genügen: 1. Die Theilung soll nach Zehntelgraden der hunderttheiligen Thermometerskale fortschreiten und mindestens von + 36 bis + 42 Grad reichen. Die Länge des Intervalles von einem Grad soll nicht kleiner als 3,5 Millimeter sein. — 2. Die Theilung soll ohne augenfällige Eintheilungsfehler ausgeführt sein und so zu der Kapillarröhre liegen, dass an allen Stellen eine unzweideutige Ablesung möglich ist. — 3. Um

bei Einschlussthermometern Verrückungen der Skale erkennbar zu machen, soll seitlich von derselben auf dem Umschlussrohr eine Strichmarke angebracht sein, welche sich mit dem Theilstrich für 38 Grad zur Deckung bringen lässt. Auch soll dieser Strich bis zu dem an das Umschlussrohr sich anlegenden Theil des Skalenstreifens heranreichen. — 4. Die Theilung soll in dauerhafter Weise ausgeführt, deutlich numerirt und mit der Angabe „Hunderttheilig", „Centigrad" oder einer ähnlichen unzweideutigen Bezeichnung versehen sein. — 5. Das Thermometer soll an wenig auffälliger Stelle eine Geschäftsnummer tragen; auch ist die Aufbringung eines Geschäftsnamens, einer Handelsmarke oder dergl. zulässig. — 6. Maximumthermometer sollen durch ihre Bezeichnung als solche gekennzeichnet sein.

Aerztliche Thermometer mit Theilung nach Fahrenheit können nach Ermessen der Reichsanstalt zur Prüfung zugelassen werden.

§. 4. Die Prüfung bedingt bei einem Skalenumfang von 14 Graden oder weniger die Vergleichung der Angaben des Thermometers an mindestens drei Skalenstellen mit den Angaben eines Normalthermometers, bei grösserem Skalenumfang können die zu prüfenden Stellen entsprechend vermehrt werden. Bei Maximumthermometern tritt zu den ersten Vergleichungen eine Wiederholung an mindestens zwei Skalenstellen.

§ 5. Ergiebt die Prüfung, dass die Fehler der thermometrischen Angaben 0,2 Grad im Mehr oder Minder nicht übersteigen, so wird über den Befund eine Bescheinigung ausgestellt und auf das Thermometer eine laufende Nummer nebst einem Kennzeichen der vollzogenen Prüfung aufgeätzt.

Ein Maximumthermometer, dessen Angaben bei wiederholten Vergleichungen in derselben Temperatur um mehr als 0,1 Grad von einander abweichen, erhält keine Prüfungsbescheinigung.

Die Bescheinigung über die Prüfung giebt die zeitigen Fehler der thermometrischen Angaben in Zehntelgraden an. Als Kennzeichen der vollzogenen Prüfung dient ein Adler, welcher in der Nähe des Theilstriches für 38 Grad aufgeätzt wird.

§ 6. Aerztliche Thermometer, deren Beglaubigung verlangt wird, sollen ausser den Bestimmungen unter § 3, Nr. 1 bis 5 noch den folgenden Anforderungen genügen: 1. Die Theilung darf nach unten hin nur bis + 20 Grad, nach oben hin nur bis + 50 Grad ausgedehnt sein. Auch soll in der Nähe des Eispunktes eine Hilfstheilung vorhanden sein, welche mindestens von — 0,3 bis + 0,3 Grad reicht. — 2. Das Thermometer soll oben zugeschmolzen und ohne aufgekitteten Hülsenkopf zur Einreichung gelangen. — 3. Das obere Ende der Kapillare soll frei sichtbar sein.

§ 7. Bei Thermometern, deren Beglaubigung verlangt wird, tritt zu der Prüfung durch Vergleichungen mit einem Normalthermometer gemäss der Bestimmung unter § 4 die Ermittlung der zu erwartenden späteren Veränderungen der Angaben. Diese Ermittlung bedingt anhaltende Erwärmung und wenigstens drei gesonderte Bestimmungen des Eispunktes während einer Zeit von etwa 20 Tagen.

§ 8. Ergiebt die Prüfung eines zur Beglaubigung vorgelegten Thermometers, dass seine Angaben um nicht mehr als 0,15 Grad zu niedrig oder um nicht mehr als 0,05 Grad zu hoch sind, sowie dass spätere Veränderungen von mehr als 0,1 Grad in einem gewissen grösseren Zeitraum mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen sind, so wird das Thermometer gestempelt, eine laufende Nummer und die Jahreszahl der Prüfung aufgeätzt, sowie eine schriftliche Beglaubigung beigegeben. Die letztere bekundet, dass für die Fehler der Angaben zur Zeit der Prüfung sowie für die zu erwartenden späteren Veränderungen die festgestellten Grenzen eingehalten werden; sie giebt ausserdem die Lage des zeitigen Eispunktes und die Fehler der geprüften Skalenstellen in Hundertelgraden an.

Als Stempelzeichen dient auf der Kuppe des Thermometers ein fünfstrahliger Stern und auf dem Mantel des Rohres das Bild des Reichsadlers von einer Ellipse umschlossen; unter dem Adler erhält die Jahreszahl, über demselben die laufende Nummer ihren Platz.

II. Quecksilberthermometer für andere als ärztliche Beobachtungen.

§ 9. Quecksilberthermometer für andere als ärztliche Beobachtungen werden zur Prüfung zugelassen, wenn sie den Vorschriften unter § 3, Nr. 2 bis 5 entsprechen, doch sind ausser Theilungen nach der hunderttheiligen Skale (Nr. 4) auch solche nach Fahrenheit oder Reaumur zulässig, ferner genügt es, dass die unter Nr. 3 für Einschlussthermometer vorgesehene Strichmarke mit irgend einem Strich der Skale zur Deckung gebracht werden kann. Die Theilung von Thermometern, deren Prüfung bei der Siedetemperatur des Wassers verlangt wird, soll wenigstens um 1 Grad über diese Temperatur hinausreichen.

§ 10. Die Prüfung erfolgt durch Vergleichungen mit dem Normalthermometer; geeigneten Falls kann sie auch durch Kalibrirung, Ermittlung der thermometrischen Fixpunkte und der Fehler der Eintheilung geschehen. Ebenso kann die Prüfung auf die zu erwartenden späteren Veränderungen der Angaben ausgedehnt werden. Soweit dies angeht, tritt zu jeder Prüfung die Feststellung der Depression des Eispunktes nach vorausgegangener Erwärmung.

Thermometer, deren Prüfung für Temperaturen über 100 Grad verlangt wird, werden vorher andauernden Erhitzungen ausgesetzt und darauf langsam abgekühlt, sofern nicht die Betheiligten nachweisen, dass die Instrumente bereits vor ihrer Einsendung einem solchen Verfahren unterworfen worden sind.

Ueber den Umfang der Prüfung entscheidet unter thunlichster Berücksichtigung der Wünsche der Betheiligten die Reichsanstalt. Thermometer mit Papierskalen werden bei Temperaturen über 50 Grad nicht geprüft.

§ 11. Ueber den Befund der Prüfung wird eine Bescheinigung ausgestellt und auf das Thermometer eine laufende Nummer nebst einem Kennzeichen der vollzogenen Prüfung (§ 5, Absatz 3) aufgeätzt.

III. Andere als Quecksilberthermometer.

§ 12. Auf die mit Weingeist, Holzgeist oder dergl. gefüllten Thermometer aus Glas finden die Vorschriften unter § 9 bis 11 sinngemässe Anwendung.

§ 13. Zeigerthermometer, bestehend aus einem ringförmig gebogenen Rohr, das mit Weingeist, Holzgeist oder dergl. gefüllt ist und dessen Bewegung auf einem Zifferblatt mit Skale angezeigt wird, werden zur Prüfung zugelassen, sofern über das Verhalten von Thermometern gleicher Einrichtung und gleichen Ursprungs hinreichende Erfahrungen bei der Reichsanstalt vorliegen und die Bedingung des § 3 No. 5 erfüllt ist. Ueber die Art und den Umfang der Prüfung entscheidet die Reichsanstalt.

Aerztliche Zeigerthermometer, d. h. solche, deren Theilung mindestens von + 36 bis + 42 Grad reicht und nach Fünftel- oder Zehntelgraden fortschreitet, werden an wenigstens vier Skalenstellen mit dem Normalthermometer verglichen.

Ueber den Befund der Prüfung wird eine Bescheinigung ausgestellt, welche die zeitigen Fehler höchstens bis auf Zehntelgrade angiebt. Aerztliche Zeigerthermometer, deren Fehler 0,2 Grad im Mehr oder Minder übersteigen, erhalten keine Bescheinigung. Zur Kennzeichnung der vollzogenen Prüfung wird an geeigneter Stelle ein Reichsadler auf das Gehäuse aufgedrückt.

Gebühren.

§ 14. Es werden erhoben:

A. Bei ärztlichen Thermometern:

1. für Prüfung eines ärztlichen Quecksilberthermometers durch Vergleichungen an drei Skalenstellen . . . . 0,60 M.
2. für Prüfung eines ärztlichen Maximumthermometers durch Vergleichungen an drei und wiederholte Vergleichungen an zwei Skalenstellen . . . . . . 0,70 „

3. für Beglaubigung eines ärztlichen Thermometers nach Vergleichungen an drei Skalenstellen nebst Untersuchung der Veränderlichkeit der Angaben . . . 1,20 M.
4. für jede weitere Prüfung einer Skalenstelle
   bei beglaubigten Thermometern . . . . 0,25 „
   bei anderen ärztlichen Quecksilberthermometern . . . . 0,15 „
5. für Prüfung eines ärztlichen Zeigerthermometers durch Vergleichungen an vier Skalenstellen . . . . 1,00 „
   Wird die Prüfung auf mehr als vier Skalenstellen ausgedehnt, so erhöht sich die Gebühr für jede weitere Stelle um . . . . 0,20 „
6. für Prüfung eines ärztlichen Thermometers, welches die zugelassene Fehlergrenze nicht einhält . . . . 0,20 „

B. Bei andern Thermometern aus Glas:

7. für jede Eispunktsbestimmung. . . . . 0,15 „
8. für Prüfung einer Skalenstelle durch Vergleichungen in Temperaturen über 0 bis einschliesslich 50 Grad. . . . . 0,25 „
   Diese Gebühr ermässigt sich auf 0,15 M, sofern die Fehlerangaben nur auf Zehntelgrade verlangt werden.
9. für Prüfung einer Skalenstelle durch Vergleichungen in Temperaturen
   unter 0 Grad bis zu — 20 Grad hinab. . . . . 0,50 „
   über 50 bis einschliesslich 100 Grad . . . . 0,40 „
   „ 100 „ „ 200 „ . . . . 0,50 „
   „ 200 „ „ 300 „ . . . . 0,60 „

Für Kalibrirungen und sonstige unter No. 1 bis 9 nicht aufgeführte Prüfungsarbeiten, sowie für die Prüfung anderer als der dort genannten Thermometer werden Gebühren nach Maassgabe der aufgewendeten Arbeit erhoben und wird dabei für jede Arbeitsstunde eine Gebühr von 1,50 M. angesetzt.

Für Aufätzung einer Strichmarke oder einer anderen vorgeschriebenen Bezeichnung wird eine Gebühr von 0,10 M. berechnet. Für Aufbringung der laufenden Nummer, für Stempelung, sowie für Ausfertigung einer Bescheinigung oder Beglaubigung gelangen besondere Gebühren nicht zur Erhebung.

Charlottenburg, den 9. Oktober 1888.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

von Helmholtz.

Ein Tropfglas für Quecksilber.

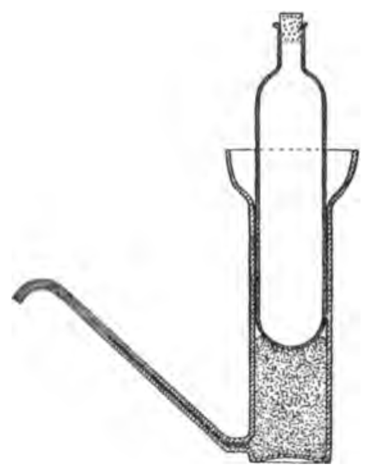
Von **F. Heerwagen**, Assistent am physikal. Kab. d. Univ. Dorpat.

Der hier beschriebene Apparat ist dazu bestimmt, die Füllung kleiner Quecksilbernäpfchen, deren man bei galvanischen Arbeiten so häufig bedarf, zu erleichtern. Seine Konstruktion entsprang speciell dem Bedürfniss nach einem Hilfsmittel zur bequemen Füllung des Quecksilbernapfes einer galvanisch registrirenden Uhr. Das Quecksilber sollte mit hoher Kuppe vorstehen und musste häufig erneuert werden, ohne dass die Uhr angehalten werden durfte. Man kommt mit dem Apparate überall bequem an und namentlich gestattet derselbe eine sehr feine Dosirung der auszugiessenden Menge, was gerade beim Quecksilber gewöhnlich schwer zu erreichen ist.

Ich stelle meine Tropfgläser nach zwei Typen her. Fig. 1 giebt eine perspektivische Ansicht des ersten Typus. In den Boden eines starkwandigen Reagensglases oder Präparatenglases ist das Ausflussrohr eingesetzt, wie die Figur zeigt. Als Ausflussröhren benutze ich Kapillaren von etwa 4 *mm* äusserem und 1,4 *mm* innerem Durchmesser. Der abwärts gebogene Schnabel verjüngt sich nach dem Ende hin, um zugleich durch Vergrösserung des kapillaren Drucks eine Heberwirkung zu vermeiden. Die Hauptsache ist nun, ein zweites Reagenzglas auszusuchen, welches in das erste möglichst genau hineinpasst. Drückt man das innere Glas — nennen wir es den Kolben — auf das Quecksilber, so steigt letzteres in dem engen Raume zwischen beiden Röhren und in der Kapillare rasch auf, und beginnt aus dem engen Röhrchen auszufliessen. Die Sicherheit, mit welcher man einzelne Tropfen austreten lassen kann, hängt wesentlich davon ab, dass die Gläser gut in einander passen. Ist dies nicht der Fall, so erhält man stets eine ganze Reihe von Tropfen, weil nämlich das innere Niveau beim Austreten des ersten Tropfens nicht genug sinkt. Die Tropfengrösse ist bei den einzelnen Exemplaren, welche ich angefertigt habe, etwas verschieden, je nach der Enge der Ausflussspitze. Ich lasse der letzteren einen Durchmesser von etwa 1 *mm*. Fünf Apparate, welche ich gemacht habe, geben Tropfen von durchschnittlich 0,10, bezw. 0,12, 0,13, 0,14, 0,17 *g*. Macht man die Ausflussspitze enger als 0,8 bis 0,7 *mm*, so wird zwar der Tropfen noch kleiner, man bekommt dann aber fast immer mehrere Tropfen auf einmal, so dass das Instrument dadurch nur unempfindlicher wird. Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, dass, wenn man den Apparat frei in der Hand hält, immerhin eine gewisse Geschicklichkeit dazu gehört, sicher einzelne Tropfen austreten zu lassen. Am besten geht es, wenn man das Tropfglas zwischen Daumen und vierten Finger hält, mit dem Zeigefinger drückt, und den Mittelfinger als eine Art Hemmung am oberen Rande des Glases gegen den Kolben wirken lässt. Doch selbst wenn man unvorsichtig ist und ganze drei Tropfen fallen lässt, so sind das erst 0,03 *ccm*, und dies wird fast immer genügen. Habe ich einen niedrig stehenden Napf mitten auf dem Tische zu füllen, so nehme ich noch ein Röhrchen von 4 *mm* Weite als Fallrohr zur Hilfe. Dies Rohr kann auch mit einem Kautschukschlauche am Schnabel befestigt werden. Es ist weit genug, um den austretenden Strahl frei fallen zu lassen, so dass keine Heberwirkung eintreten kann.



Fig. 1.


Fig. 5.

Oben ist das Tropfglas erweitert, um ein Ueberlaufen zu verhindern, wenn man das Quecksilber unter starkem Druck rasch ausfliessen lässt. Das Tropfglas wird von einem Dreifusse getragen, welcher aus einem Ringe von dünnem Messingblech mit angelötheten Füssen aus starkem Messingdraht besteht. Man biegt den Ring etwas auseinander, so dass das Ausflussrohr hindurch kann, zieht ihn über das Glas, und schliesst ihn, indem man einen

Stift durch die Oesen hindurchsteckt. Ich habe Tropfgläser von 12 bis zu 18 *mm* Kolbendurchmesser der in Fig. 1 veranschaulichten Form hergestellt, und sehr brauchbar gefunden.

Fig. 2 (a. v. S.) ist eine Durchschnittszeichnung eines Glases vom zweiten Typus in $^1/_2$ der wirklichen Grösse. Der grosse Durchmesser gestattet, das Ausflussrohr seitlich anzusetzen und dem Glase einen flachen Boden zu geben. Noch grösser wird man die Gläser nicht wohl machen können. Das Herabdrücken des Kolbens wird zu schwer und nur bei grosser Vorsicht kann man sicher einzelne Tropfen austreten lassen. Zum Eingiessen etwas grösserer Mengen wird diese Form den Vorzug verdienen, denn das Glas beherbergt mehr Quecksilber und ist einfacher, weil der besondere Fuss entbehrlich wird.

Dorpat, im August 1888.

Referate.

Untersuchungen über die Verwendung des Platin-Iridiumdrahtes und einiger anderer Legirungen zur Anfertigung von Normalwiderständen.

Von Dr. J. Klemenčič. *Anz. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1888. S. 166.*

Die Untersuchung wurde auf der internationalen elektrischen Konferenz zu Paris durch die französischen Mitglieder derselben angeregt, welche anlässlich der Frage der Herstellung von Normalwiderständen aus festen Metallen auf das zur Anfertigung von internationalen Normalgewichten und Längeneinheiten verwendete Platin-Iridium aufmerksam machten. Die französische Regierung stellte solche Drähte den einzelnen Ländern zur Verfügung. Seitens des österreichischen Unterrichtsministeriums wurde das physikalische Institut zu Graz und seitens dieses der Verfasser mit der Durchführung der betreffenden Untersuchungen beauftragt.

Verf. untersuchte nebst dem Platin-Iridium noch mehrere andere Drahtsorten, Platin-Silber, Nickelin und Neusilber. Die Untersuchung umfasste die Bestimmung der Dichte, des specifischen Widerstandes, des thermoelektrischen Verhaltens gegen Kupfer, des Temperaturkoefficienten und der Abkühlungskonstante. Den Gegenstand ausführlicher Messungen bildeten mehrere aus den betreffenden Drähten verfertigte Normal-Widerstandsbüchsen und die an denselben im Verlaufe eines Jahres beobachteten Widerstandsänderungen. Eine Reihe von Versuchen wurde angestellt, um den Einfluss mechanischer Deformationen und die durch Temperaturerhöhungen und durchfliessende Ströme bewirkten Widerstandsänderungen zu studiren.

Die Resultate der Untersuchungen waren folgende: Von den untersuchten Drahtsorten erfüllen Platin-Iridium und Platin-Silber die meisten jener Bedingungen, welche man an ein zu Normalwiderständen (sekundären Etalons) dienendes Material stellt. Das Platin-Silber verdient jedoch den Vorzug vor dem Platin-Iridium wegen seines niederen Temperaturkoefficienten. Gegen die Anwendung der Nickelindrähte, welche sonst auch mehrere gute Eigenschaften besitzen, spricht ihre geringe Widerstandsfähigkeit bei chemischen Einflüssen und die hohe thermo-elektromotorische Kraft gegen Kupfer; sie scheinen jedoch wegen des kleinen Temperaturkoefficienten zur Herstellung von Widerstandskästen (Stöpseletalons) ganz besonders geeignet zu sein. *W.*

Das Mikrospektrometer.

Von Th. W. Engelmann. *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. 5. S. 289.*

Der Apparat ist zur quantitativen Mikrospektralanalyse nach den Principien der Vierordt'schen Spektrometer konstruirt. Derselbe ist in Fig. 1 perspektivisch dargestellt; Fig. 2 giebt die Anordnung der optisch wirksamen Theile schematisch. Auf den Tubus des Mikro-

skops wird an Stelle des Okulars mittels des Rohres *R* der Kasten *A* aufgesetzt, welcher zwei unabhängig von einander bewegliche Spalte konaxial nebeneinanderliegend enthält, die mittels entgegengesetzt geschnittener Schrauben symmetrisch geöffnet und geschlossen werden können. Die Weite jedes Spaltes wird an den Trommeln *T* und *T'* auf 0,01 *mm* genau direkt abgelesen, auf 0,001 *mm* bequem geschätzt. Der eine Spalt wird von dem Bilde des zu untersuchenden Objekts ausgefüllt, der andere erhält mittels eines über ihm angebrachten Reflexionsprismas und seitlichen Röhrchens *d* mit Kollimationslinse, Blendungsträger *n* und Spiegel *S* (bezw. Glühlämpchen) Licht von der Vergleichslichtquelle.

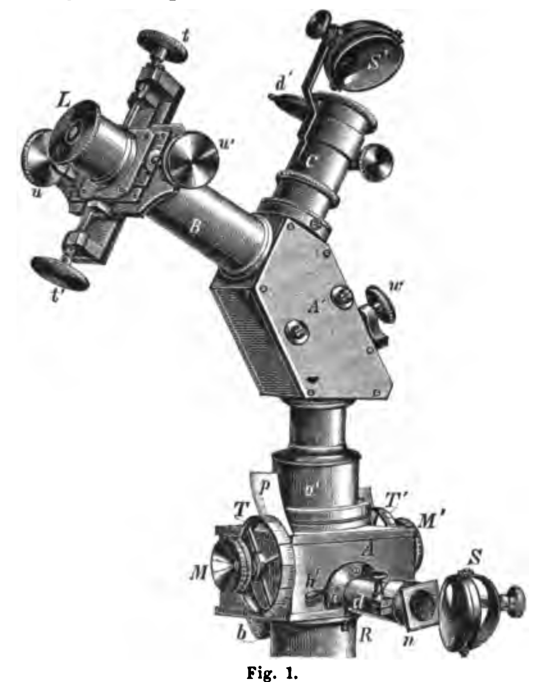
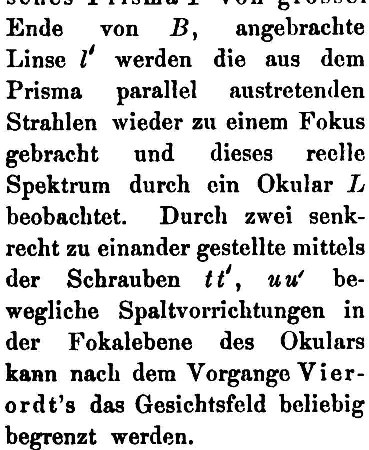


Fig. 1.

In die obere Oeffnung des Kastens *A* lässt sich entweder ein Okular in Schiebhülse einsetzen und auf den Spalt scharf einstellen, oder an Stelle dieses (nach erfolgter Einstellung des Präparatbildes in den Spalt) die Spektralvorrichtung *a' A' B C* aufsetzen, welche mittels einer Arretirungsvorrichtung im richtigen Azimut festgehalten wird. Dieselbe besteht aus dem Kasten *A'*, der einerseits, am oberen Ende von *a'*, eine Kollimatorlinse *l* enthält, welche die vom Objektiv ausgehenden Strahlenkegel parallel macht, bevor sie auf ein Amici'sches Prisma *P* von grosser Dispersion fallen. Durch die andererseits, am unteren



Ende von *B*, angebrachte Linse *l'* werden die aus dem Prisma parallel austretenden Strahlen wieder zu einem Fokus gebracht und dieses reelle Spektrum durch ein Okular *L* beobachtet. Durch zwei senkrecht zu einander gestellte mittels der Schrauben *t t'*, *u u'* bewegliche Spaltvorrichtungen in der Fokalebene des Okulars kann nach dem Vorgange Vierordt's das Gesichtsfeld beliebig begrenzt werden.

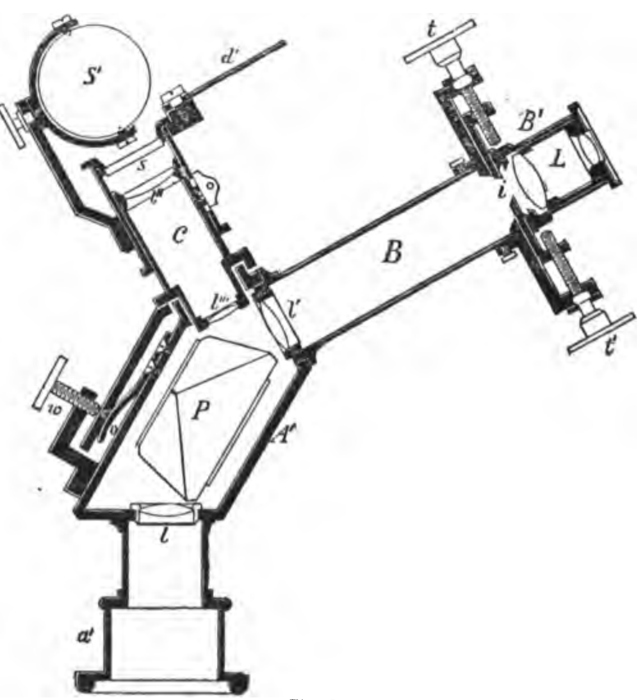


Fig. 2.

Auf das Spektrum projicirt sich mittels zweier in *C* angebrachter Linsen *l''*, *l'''* durch Reflexion an der Endfläche des Amici-Prismas das Bild einer Wellenlängenskale *s*, welche vom Spiegel *S'* beleuchtet, durch Vorschlagen des Deckels *d'* auch ausser Wirksamkeit gesetzt werden kann. Die Justirung dieser Skale erfolgt durch Neigung des ganzen Skalenrohrs *C* mittels der Schraube *w*, gegen welche eine Gegenfeder *v* wirkt. *Cz.*

Neue von Temperatur- und Druckschwankungen unabhängige Gasbürette.

Von W. Hempel. *Chem. Ber.* **20.** S. 2340.

Eine gewöhnliche in Kubikcentimeter getheilte Hempel'sche Gasbürette und das [illegible] verengte „Korrektionsrohr“ befinden sich nebeneinander in einem zur Aufnahme von Wasser dienenden Glasmantel. Das Mantelrohr ist unten durch einen [illegible]; durch denselben ragt das untere Ende der Glasbürette, welches durch [illegible] mit einem Glashahn und weiter mit einer Niveaukugel verbunden ist. Das obere Ende der Bürette trägt zwei kurze Kapillarröhren, die durch einen mit zwei schiefen Bohrungen versehenen Hahn nach Greiner & Friedrichs (s. *diese Zeitschr. 1887. S. 329*) abwechselnd mit dem Innern der Bürette verbunden werden können. Das eine dieser Kapillarröhrchen dient zum Einfüllen und Entfernen der Gase, das andere steht durch zwei kurze Kautschukschläuche und ein Differentialmanometer mit dem oberen Ende des Korrektionsrohres in Verbindung. Zu diesem Behufe hat das Manometer zwei zweimal rechtwinklig gebogene Röhrenansätze; der zur Bürette führende ist kapillar. Wenn die Flüssigkeit in beiden Schenkeln des Manometers gleich hoch steht, was durch passendes Heben der Niveaukugel und nachfolgendes Schliessen des zwischen ihr und der Bürette eingeschalteten Hahnes erreicht wird, so hat das Gas in der Bürette denselben Druck wie die unveränderliche Luftmenge im Korrektionsrohr; der Luftdruck ist also eliminirt. Das Volumen des Kapillarrohres zwischen dem Manometer und der Bürette muss bekannt sein und kann leicht ermittelt werden. Die Absorptionen werden in Gaspipetten vorgenommen. *Wgsch.*

Ueber eine neue *Camera lucida.*

Von Prof. Dr. R. Thoma in Dorpat. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **5.** *S. 297.*

Diese Kamera soll dazu dienen, unter sehr geringer Vergrösserung (1 bis 10) oder entsprechender Verkleinerung das Nachzeichnen der Bilder zu gestatten. Die Vergrösserungen werden daher durch Brillengläser hergestellt. Das durch ein Konkavglas auf unendlich akkommodirte Auge erblickt das Bild des Objekts durch ein konvexes Brillenglas und eine unter 45° geneigte dünne Glasplatte hindurch. Letztere in Verbindung mit einem grösseren belegten Spiegel gestattet gleichzeitig die Zeichenfläche zu erblicken, welche in die Brennebene einer zweiten, schwächeren Konvexlinse gebracht wird. Das Verhältniss der Brennweiten dieser beiden Konvexlinsen giebt dann die Vergrösserung.

Linsen und Spiegel sind an einer Kammer befestigt bzw. untergebracht. In dieselbe werden, über die Linsen, noch Rauchgläser eingelegt, um die Helligkeit von Bild und Zeichenfläche annähernd auszugleichen. Durch ein Diaphragma wird die Stellung des Auges fixirt. Die Kammer wird durch einen Arm getragen, welcher sich längs einer vertikalen Stange verschieben lässt. An derselben Stange ist der Objekttisch verschiebbar. Um die gewünschten Vergrösserungen u. s. w. ohne Zeitverlust finden zu können theilt Verf. a. a. O. eine Tabelle mit, welche nicht weniger als 6 Kolumnen enthält.

Verf. fügt hinzu, dass das Konkavglas zur Ausgleichung des Refraktionsfehlers des Beobachters auch wegbleiben könne. Seine Einsetzung bewirkt in der That nichts anderes als eine Vereinfachung der Rechnung und weiteren Lichtverlust. Dass mit den angegebenen Hilfsmitteln ein befriedigend lichtstarkes Zeichnen möglich sei, ist Ref. ohnehin befremdlich genug. — Verf. versichert, auch von einer Verzerrung des Bildes gegenüber der Zeichnung und dem Objekte nichts bemerkt zu haben.

Die beschriebene Kamera wird von R. Jung in Heidelberg angefertigt.

Ueber die Graduirung der Messröhren für Gasanalysen.

Von M. Berthelot. *Ann. de chim. et de phys.* VI. **14.** S. 279.

Eine in der gewöhnlichen Weise durch Eingiessen von Quecksilber ausgewerthete Theilung an Messröhren ist wegen des Meniskus nicht richtig für Gasanalysen, bei welchen das zugeschmolzene Ende nach oben gerichtet ist und der Meniskus daher die entgegengesetzte

Lage hat als bei der Theilungsbestimmung. Die für diesen Fall üblichen Korrektionsmethoden versagen aber für den halbkugelförmigen Raum am geschlossenen Ende. Berthelot kalibrirt daher Röhren für Gasanalysen, indem er sie mit Quecksilber füllt, mit einer aufgeschliffenen Glasplatte verschliesst, die Röhre sammt Glasplatte und Quecksilberfüllung wägt, dann etwas Luft in das Rohr aufsteigen, bezw. Quecksilber ausfliessen lässt, den Stand abliest, wieder wägt, und so fort. Bandin fertigt seit 20 Jahren in solcher Art graduirte Messröhren an, über deren Genauigkeit Berthelot folgende Angaben macht:

Länge der Theilung	17 *cm*	15 *cm*	15 *cm*
Inhalt der Röhren	15,00 *ccm*	5,000 *ccm*	2,000 *ccm*
Inhalt des Raumes zwischen zwei Theilstrichen	0,10	0,050	0,020
Grösster Fehler der Theilung	0,02	0,007	0,003
Mittlerer Fehler	0,01	0,003	0,001

Wgsch.

Verbesserte Form des Nitrometers.

Von G. Lunge. *Chem. Berichte.* ***21.*** *S. 376.*

Der Dreiweghahn des Nitrometers wird durch einen Hahn nach Greiner-Friedrichs mit zwei schrägen Bohrungen ersetzt. Die Gefässe, welche bisher mit der durch den Hahnschlüssel gehenden Bohrung verbunden wurden, werden nunmehr an ein kurzes, neben dem Becher auf dem Hahn sitzendes Rohr angeschlossen, welches in einem spitzen Winkel gebogen ist, so dass das freie Ende etwas nach abwärts gerichtet ist. *Wgsch.*

Das Radialphotometer von Dibdin.

Von Dr. H. Krüss. *Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung. 1887. Separatabdruck.*

Die Nothwendigkeit, Helligkeitsmessungen auch in anderen Richtungen vorzunehmen als in der horizontalen, namentlich bei der Photometrie der neueren Gas-Intensivbrenner und elektrischen Bogenlampen, machen die Konstruktion eines entsprechenden Photometers erforderlich. Bei der Helligkeitsbestimmung der Bogenlampen benutzt man meistens einen drehbaren Spiegel, der die von der Bogenlampe kommenden Strahlen in horizontaler Richtung auf einen Photometerschirm reflektirt. Will man jedoch diese Anordnung umgehen, da die Bestimmung des Lichtverlustes durch Absorption zu Irrthümern führen kann, so sieht man sich genöthigt, den Photometerschirm so zu neigen, dass er auf beiden Seiten von den Strahlen unter den gleichen Winkeln getroffen wird. Von Hartley wurde zunächst der Vorschlag gemacht, den Photometerschirm des Bunsen'schen Photometers um seinen Mittelpunkt so zu drehen, dass er in der Halbirungslinie des Winkels steht, welchen die zu untersuchenden Strahlen einer Lampe mit den horizontalen der Vergleichs-Lichtquelle bilden. Diesen Gedanken hat Dibdin in seinem Radialphotometer verwerthet. *B.*

Verbesserung an Spritzflaschen.

Von J. Sobieczky *und* V. Hölbling, *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***27.*** *S. 365; und von* M. Wernecke, *dieselb. Zeitschr., S. 389 (aus Chemiker-Zeitung.* ***12.*** *S. 53).*

In beiden Abhandlungen wird der zweckmässige Vorschlag gemacht, im Steigrohr der Spritzflaschen nahe der Ausflussspitze ein Bunsen'sches Kautschukventil einzuschalten. Hierdurch soll das besonders bei quantitativen Analysen störende heftige Austreten des Wasserstrahls beim Anblasen vermieden werden. Auf die Einzelheiten der Vorrichtung, die in den beiden Abhandlungen verschieden angegeben werden, braucht nicht eingegangen zu werden, da sie unwesentlich und mannigfaltiger Abänderung fähig sind. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Praktische Spektralanalyse irdischer Stoffe. Von Professor Dr. H. W. Vogel. II. Aufl. I. Theil. Qualitative Spektralanalyse. Berlin, Rob. Oppenheim.

Die im Jahre 1877 erschienene erste Auflage dieses Buches ist durch die bedeutenden Fortschritte auf diesem Gebiete so überholt worden, dass eine neue, stark vermehrte Auflage nothwendig wurde. Während die erste Auflage einen Band von 400 Seiten ausmachte, ist in der neuen schon der erste Theil, der sich auf die qualitative Analyse beschränkt, um mehr als 100 Seiten stärker. Der Verfasser nennt also mit Recht seine neue Auflage eine „vollständig umgearbeitete, vermehrte und verbesserte“.

Verfasser giebt das wissenschaftliche Material bis auf die allerneueste Zeit mit der grössten Vollständigkeit und in einer Zusammenfassung, welche den genauen Sachkenner und erfolgreichen Mitforscher zu erkennen giebt. Auch die theoretischen Gesichtspunkte, welche über die Wellenlängen der Spektrallinien aufgestellt sind, finden ihre eingehende Darstellung; auf der anderen Seite aber wird die praktische Ausführung der qualitativen Spektralanalysen auf das Genaueste behandelt und an Beispielen veranschaulicht.

Die Anordnung ist insofern gegen früher eine veränderte, als die Absorptionspektren nicht mehr, wie in der ersten Auflage, ein besonderes Kapitel ausmachen, sondern, soweit sie zu den unorganischen Körpern gehören, bei diesen, die nach chemischen Principien geordnet sind, neben den anderen Spektren erörtert werden. Nur die Fluorescenz- und Phosphorescenzspektren sind in einem besonderen Abschnitte, von den übrigen getrennt, behandelt. Von den Absorptionsspektren der organischen Stoffe dürfte kaum eine andere so reiche Zusammenstellung zu finden sein. Die praktische Untersuchung von Nahrungsmitteln, Droguen und thierischen Stoffen bildet den Schluss. *Z.*

Die Wirkung der Cylinderlinsen veranschaulicht durch stereoskopische Darstellung des Strahlenganges. Acht stereoskopische Ansichten, gezeichnet und erläutert von Dr. med. G. Fränkel, Augenarzt in Chemnitz. Wiesbaden, Bergmann. M. 1,00.

Das Wesen des Astigmatismus zu verstehen, am Auge sowohl wie an optischen Instrumenten, bereitet Anfängern oder Solchen, deren räumliches Anschauungsvermögen überhaupt wenig ausgebildet ist, oft Schwierigkeiten. In Ermangelung von oder als Ergänzung zu Fadenmodellen, wie solche z. B. von Westien in Rostock angefertigt werden, können stereoskopische Bilder des Strahlenverlaufs ein nützliches Unterrichtsmittel bilden. Eine Sammlung solcher Ansichten, in welcher ausschliesslich die beim astigmatischen Auge in Betracht kommenden Fälle dargestellt sind, ist in obigem Werkchen geboten. Die Zeichnungen sind im Allgemeinen korrekt angefertigt und instruktiv gestaltet. Dass der Umfang des Auges bezw. der Cylinderlinse stets in rechteckiger Form dargestellt ist, hat wohl nur in der hierdurch gebotenen Erleichterung des Zeichnens seinen Grund. Gegenüber einer hierauf bezüglichen Bemerkung des Verf. (S. 4) betonen wir, dass es sehr wohl möglich ist, auch für ein kreisförmig begrenztes Büschel stereoskopische Bilder des Strahlenverlaufs zu zeichnen; es ist nur ein wenig schwerer. Der niedrige Preis der Kärtchen wird hoffentlich dazu beitragen, sie in den weitesten Kreisen der Aerzte wie der Brillenfabrikanten oder Händler zu verbreiten. *Cz.*

C. H. Bolz. Die Pyrometer. Eine Kritik der bisher konstruirten höheren Temperaturmesser in wissenschaftlich-technischer Hinsicht. Berlin. M. 3,00.

C. Bohn. Ueber Linsenzusammenstellungen und ihren Ersatz durch eine Linse von vernachlässigbarer Dicke. Leipzig. G. Teubner. M. 2,00.

A. M. Clerke. Geschichte der Astronomie während des 19. Jahrhunderts. Deutsch von H. Maser. Berlin. Julius Springer. M. 10,00.

C. Pabst. Leitfaden der theoretischen Optik zum Gebrauche auf höheren Schulen und beim Selbstunterricht. Halle. Schmidt. M. 1,25.

Vereins- und Personennachrichten.

Jahresversammlung der Fraunhofer-Stiftung.

Am 4. December 1888 fand unter Vorsitz des Herrn R. Fuess-Berlin und unter Theilnahme zahlreicher Berliner und auswärtiger Mitglieder im Recheninstitut der Berliner Sternwarte die erste Jahresversammlung der Fraunhofer-Stiftung statt. Diese bei Gelegenheit des hundertsten Jahrestages der Geburt Fraunhofers am 6. März 1887 begründete Stiftung bezweckt, jungen Leuten, welche Beweise einer besonderen Befähigung für den Beruf als Optiker und Mechaniker gegeben haben, Beihilfen zur theoretischen und praktischen Ausbildung zu gewähren.

Im Namen des vorläufigen Vorstandes erstattete der Unterzeichnete Bericht über das Vermögen sowie die bisherige Thätigkeit der Stiftung. Danach sind derselben 40 einmalige Schenkungen zugegangen, darunter: 1 im Betrage von 5000, 1 von 1000, 4 von 500, 7 von 300, 3 von 200, 4 von 100, 20 in Beträgen unter 100 Mark. Dazu traten für 1887 19, für 1888 21 laufende Beiträge, darunter: 1 im Betrage von 200, 1 von 100, 6 bez. 7 von 20, 11 bez. 12 in Beträgen unter 20 Mark.

Die Gesammteinnahmen einschliesslich der aufgekommenen Zinsen belaufen sich auf 13 033 M. Das Vermögen der Stiftung ist in Staatspapieren bei der Reichsbank niedergelegt. Der grössere Theil der laufenden Beiträge ist schon seit dem 1. Oktober v. J. für Stipendien an junge Mechaniker verwendet worden. Fünf junge Leute, durchweg mit vorzüglichen Empfehlungen und von gediegener praktischer Vorbildung, haben Gelder aus der Stiftung erhalten, darunter vier zum Besuche der in Berlin bestehenden Fachschule für Mechaniker, einer zu seiner weiteren Ausbildung im Zeichnen. Die Gesammtsumme der bisher gewährten Stipendien beläuft sich auf rund 1000 M. Die einzelnen Beihilfen haben den Höchstbetrag von 250 M. für ein Halbjahr nicht überschritten. Man hofft, dass die laufenden Einnahmen der Stiftung schon für 1889 jährlich 1000 M. übersteigen werden, wenn eine genügende Agitation für den Beitritt fernerer Mitglieder unter Gelehrten und Praktikern ins Werk gesetzt wird. Von mehreren Seiten sind bereits weitere Beitrittserklärungen eingegangen oder in sichere Aussicht gestellt. In der That muss aber dahin gestrebt werden, Stipendiengelder in Höhe von wenigstens 1000 M. jährlich zur Verfügung zu haben, wenn die Stiftung durchgreifende Erfolge erzielen soll. Denn es kommt darauf an, auch für die Förderung der praktischen Ausbildung des jungen Nachwuchses unter den Optikern und Mechanikern Wirksames zu leisten. Zu diesem Behufe muss es aber möglich sein, jungen Leuten Beihilfen bis zur Höhe von wenigstens 500 M. zu gewähren, um sie in den Stand zu setzen, auch ausländische grössere Werkstätten aufzusuchen und dort einige Zeit zu arbeiten, was ohne einen Zuschuss für Reise- und Aufenthaltskosten nicht immer durchführbahr sein wird. Stipendien für die theoretische Ausbildung werden sich übrigens keineswegs auf Schüler der Berliner Fachschule beschränken; wiewohl diese, als einzige ihrer Art, von allen Freunden der Mechanik nach Kräften zu unterstützen ist, so sollen geeigneten Falles Beihilfen auch zum Besuche anderer einschlägiger technischen Lehranstalten gewährt werden.

Nach Rechnungslegung der beiden geschäftsführenden Mitglieder des vorläufigen Vorstandes, der Herren Fuess und Loewenherz, theilte Herr Direktor Jessen, welcher auf Ersuchen der letzteren die Revision der Kasse übernommen hatte, mit, dass er die Bücher und Belege richtig und in Uebereinstimmung mit dem erstatteten Rechenschaftsbericht befunden habe. Hierauf ertheilte die Versammlung den Geschäftsführern Entlastung; auch erklärte sie sich mit den Ausführungen des Berichterstatters einverstanden und bestimmte, dass nach Ermessen des Vorstandes im Bedürfnissfalle neben den laufenden Beiträgen auch Zinsen des fest angelegten Vermögens zur Gewährung von Stipendien verbraucht werden dürften. Sodann wurde Herr R. Fuess-Berlin zum Vorsitzenden, und die nachstehenden 20 Herren zu Mitgliedern des Vorstandes auf die nächsten drei Jahre gewählt:

Prof. Dr. E. Abbe-Jena, Stadtschulrath Prof. Dr. H. Bertram-Berlin, Wilh. Breithaupt-Kassel, Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. W. Foerster-Berlin, Stadtrath a. D.

J. G. Halske-Berlin, Prof. Dr. E. Hartnack-Potsdam, M. Hildebrand-Freiberg (Sachsen), Dir. O. Jessen-Berlin, Dr. H. Krüss-Hamburg, Dir. Dr. L. Loewenherz-Berlin, Prof. Dr. E. Lommel-München, Reinfelder-München, Dr. Joh. A. Repsold-Hamburg, F. Sartorius-Göttingen, Dir. Prof. Dr. B. Schwalbe-Berlin, W. Seibert-Wetzlar, Hofmech. C. Sickler-Karlsruhe, Dr. Ad. Steinheil-München, Fr. von Voigtländer-Braunschweig, G. Westphal-Celle.

Zu Revisoren für 1888/89 wurden die Herren H. Haensch und Dr. H. Rohrbeck zu Berlin ernannt. Der Vorschlag, die Jahresversammlung für 1889 in Heidelberg zur Zeit der Naturforscherversammlung abzuhalten, fand allgemeinen Beifall. Sodann wurde beschlossen, an Fachgelehrte, welche mit der Präcisionstechnik in Beziehung stehen, sowie an alle Optiker und Mechaniker Deutschlands Rundschreiben zu versenden und darin zum Beitritt zu der Stiftung aufzufordern. Nach Annahme einiger ergänzenden Bestimmungen zu den Satzungen wurde die Jahresversammlung geschlossen. *Loewenherz.*

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Die Gesellschaft besichtigte am 9. December unter zahlreicher Betheiligung die Einrichtungen der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Die der Versammlung vorgeführten neuen Methoden und Apparate, welche das lebhafteste Interesse erregten, sind zum kleineren Theile bereits in dieser Zeitschrift beschrieben worden; der weitaus grössere Theil wird gleichfalls daselbst in eingehender Weise Veröffentlichung finden.

Carl Zeiss †.

Dem Begründer des weltberühmten optischen Instituts in Jena einige Worte des Nachrufs zu widmen, soll der Zweck der folgenden Zeilen sein. Eine eingehende Würdigung der Thätigkeit des verdienten Mannes, sowie der Entwicklung seiner Werkstatt hoffen wir unseren Lesern, wenn auch nicht in der nächsten Zeit, später geben zu können.

Carl Friedrich Zeiss wurde am 11. September 1816 in Weimar geboren.

Seine erste Ausbildung in mechanischen Arbeiten empfing er in der Werkstatt des seiner Zeit wohlbekannten Optikers und Mechanikers F. Körner zu Jena, welcher freilich zur Zeit, als Zeiss dort lernte, nicht mehr auf der Höhe seiner früheren Thätigkeit stand. Es ist ein merkwürdiges, aber doch nur zufälliges Zusammentreffen, dass Zeiss später gerade diejenigen Zweige der Thätigkeit seines Lehrmeisters zur höchsten Ausbildung brachte, die dieser zu jener Zeit fast gar nicht mehr betrieb, nämlich die Anfertigung optischer Instrumente und das Schmelzen von Glas zu wissenschaftlichen Zwecken.

Im Jahre 1846, nach mehrjährigen Lehr- und Wanderjahren, begründete er selbständig eine kleine Werkstatt für mechanische Arbeiten in Jena, und befasste sich dort mit der Konstruktion oder Reparatur aller für die Universitätsinstitute benöthigten physikalischen, chemischen, mineralogischen und sonstigen naturwissenschaftlichen Apparate. Vorher hatte er ein Staatsexamen über seine Kentnisse in Bau und Gebrauch dieser Instrumente abgelegt.

Diese Beziehungen zum wissenschaftlichen Leben der Universität enthielten den Keim der künftigen Entwicklung seines kleinen Unternehmens. M. J. Schleiden und dessen damaliger Assistent Schacht waren es, die ihn veranlassten, die Herstellung optischer Apparate in die Hand zu nehmen, speciell der mikroskopischen, denen man auf Grund der damals erfolgten bahnbrechenden wissenschaftlichen Entdeckungen eine bedeutende Zukunft mit einiger Sicherheit voraussagen konnte.

So begann denn Zeiss Ende der 40er Jahre seine Laufbahn als Optiker mit einfachen Lupen (die noch aus Fensterglas hergestellt wurden); diesen folgten bald vollkommenere Instrumente. Ende der 50er Jahre hatte er sowohl durch die optische wie die mechanische Ausrüstung seiner Mikroskope schon in weiteren Kreisen wohlverdiente Anerkennung gefunden. Schleiden stellte ihm (1847) öffentlich ein sehr schmeichelhaftes Zeugniss über seine Leistungen aus, in welchem die Instrumente von Zeiss in ihrer optischen Wirkung sogar über die des berühmten Oberhäuser in Paris gestellt werden.

Durch eifrige mathematische und physikalische Studien suchte der junge Meister nun auf diesem, einmal mit Erfolg betretenen Wege vorwärts zu kommen. Vor allem bildete er schon damals unter dem kleinen Häuflein seiner Gehilfen und Lehrlinge jenen Geist der Präcision und Gewissenhaftigkeit aus, welcher die beste Grundlage für die spätere Entfaltung des Unternehmens abgab. So mag erwähnt werden, dass die Fraunhofer'sche Methode zur Prüfung von optischen Flächen ganz unabhängig auch von dem langjährigen Werkführer und Mitarbeiter Zeiss's, Herrn A. Löber, gefunden und in die Praxis der Werkstatt eingeführt wurde. So entwickelte sich die Jenaer optische Werkstatt aus den bescheidensten Anfängen langsam und unter harten Mühen, aber doch stetig weiter. Der Aufschwung des Unternehmens dokumentirte sich aber auch äusserlich und für Jedermann kenntlich in dem Wachsthum des Arbeiterpersonals und der Zahl, freilich noch mehr der Qualität der aus der Werkstatt hervorgegangenen Instrumente. Hatte er mit einem Gehilfen und zwei Lehrjungen 1846 sein Werk begonnen, so konnte er nach 20 Jahren, 1866, schon mit einer Schaar von 20 Arbeitsgenossen die Feier seines 1000 ten Mikroskops begehen. Bei den Gewerbeausstellungen in Weimar 1857 und 1861 trug er die rühmlichsten Anerkennungen davon.

Die wissenschaftliche Leitung und Ueberwachung der Arbeiten musste Zeiss natürlich selbst ausführen. Durch seine Universitätsstudien hatte er sich hierzu die nothwendigste Vorbildung angeeignet und unausgesetzt war er bemüht, durch private Studien seine Kenntnisse zu vermehren. Wenn man von den älteren Arbeitern hört, wie er nach Schluss der Geschäftsstunden, nach der mühevollen Arbeit des Tages oder in früher Morgenstunde, vor Beginn derselben, noch zu seinen mathematischen Lehrbüchern griff, statt sich der wohlverdienten Ruhe hinzugeben, so wird einer solchen Hingebung an die Aufgaben des Berufes gewiss Jeder die aufrichtigste Hochachtung zollen. Zeiss musste jedoch schliesslich erkennen, dass es trotz aller Mühe für einen Einzigen nicht möglich sei, zu gleicher Zeit die geschäftliche und technische Leitung der Werkstatt auszuüben und den Fortschritten der Wissenschaft genügend zu folgen. Er hatte daher schon in den 50er Jahren die Hilfe eines Universitätsdocenten, des Mathematikers Barfuss, für die Verbesserung der optischen Apparate in Anspruch genommen. Es wurde gerechnet und experimentirt, kein Aufwand von Mühe, Zeit und Mittel gescheut, — leider ohne jeden Erfolg! Aber Zeiss hatte festes Vertrauen, dass durch die Hilfe der Wissenschaft auf diesem Gebiete ein wesentlicher Fortschritt erreichbar sei und durch sie die ganze Fabrikation derartiger Instrumente auf sichereren Boden gestellt werden müsse. Er liess sich daher durch seinen ersten Misserfolg nicht abschrecken und wandte sich Ende der 60er Jahre abermals an einen Gelehrten, den damaligen Docenten der Mathematik und Physik Dr. Abbe. Auch diesmal liess der volle Erfolg geraume Zeit auf sich warten. Die Anschauungen, die man bislang von der Wirkungsweise des Mikroskops gehabt hatte, waren in ihrem Grunde unrichtig und es musste erst die richtige Theorie dieses Instrumentes ausgearbeitet werden, ehe praktische Erfolge erreichbar waren. Für die vielen hierzu nöthigen, oft recht gewagten und weitaussehenden Vorarbeiten wurden von Zeiss bereitwillig die Mittel und Arbeitskräfte zur Verfügung gestellt. Ohne dass irgend welche Garantie für das schliessliche Gelingen dieser Versuche vorhanden war, brachte er willig und vertrauensvoll diese Opfer, die für seine damaligen Verhältnisse nicht unbeträchtliche waren.

Der Erfolg hat sein Vertrauen gerechtfertigt. Die Herstellung von Mikroskopen — früher und anderwärts überall eine Kunstleistung einzelner hierfür besonders veranlagter Personen, — wurde in Jena zum ersten Male auf festen Grund und Boden gestellt.

Die Nachfragen nach den Zeiss'schen Mikroskopen wuchs in Folge dessen in hohem Maasse. Bereits vor zwei Jahren konnte die Feier des 10000. Gesammtmikroskops (die Zahl der Einzelsysteme beträgt mehr als das Fünffache), begangen werden. Gegenwärtig ist jene Zahl schon auf über 14000 gestiegen, so dass jetzt jährlich mehr als 1500 solcher Mikroskope aus der Werkstatt hervorgehen. Das Zeiss'sche Institut hat jetzt seine be-

sondere mechanische und optische Abtheilung, seine Schlosserei, Giesserei, Tischlerwerkstatt, Graviranstalt, Maschinenfräserei, Polirwerkstatt, Vernickelungsanstalt u. s. w. Die Gründung einer Fabrik für die Schmelzung von Glas zu optischen und anderen wissenschaftlichen Zwecken ist ebenfalls, wie unseren Lesern bekannt, von den Herren Zeiss und Abbe ausgegangen. Gegenwärtig bietet der Betrieb mehr als 300 Mitgliedern reichliche und lohnende Beschäftigung.

Für diese Erfolge durch seine technische Kunstfertigkeit, seinen weiten und wissenschaftlich geübten Blick und — nicht in letzter Linie — durch die in all' seinem Schaffen bethätigte moralische Tüchtigkeit erst den Grund und Boden geschaffen und dann unermüdlich mitgewirkt zu haben, — dies ist das unvergängliche Verdienst von Carl Zeiss! Sein Name wird in den Annalen der Präcisionstechnik einen unvergänglichen Klang behalten.

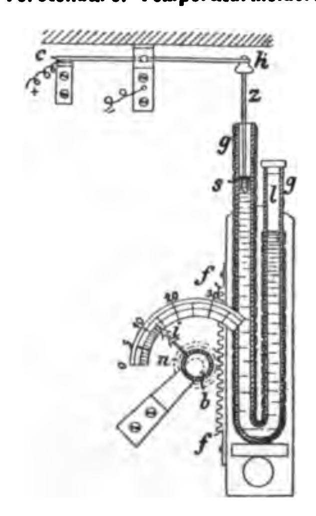
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Apparat zur Erzeugung intensiver Hitze und künstlichen Lichtes. Von J. R. Knapp in New-Orleans' V. St. A. No. 43940 vom 7. Juli 1887.

Der Apparat besteht aus einer Flasche *B*, in welcher sich komprimirtes Stickoxydulgas befindet. Mittels eines Bügels *C*, welcher an dem Hals der Flasche nach Belieben befestigt werden kann, wird das Stickoxydulgas zur Leucht- bezw. Heizflamme geführt. Zu dem Ende ist der Bügel mit einem Kanal versehen, der in eine entsprechende Oeffnung *b* im Hals der Flasche mündet. Ferner ist der Bügel mit einem Rohr *F* zur Zuleitung von Wasserstoffgas oder Leuchtgas zu der an der Mündung von *J* brennenden Flamme und den Hähnen *H*, *F'* und *D* zur Regulirung der Flamme versehen. Das Sieb *G* verhindert ein Zurückschlagen der Flamme.

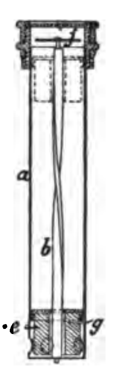
Verstellbarer Temperaturmelder. Von Th. Weisser in Vöhrenbach, Bad. No. 44252 vom 3. März 1888.



Der Apparat besteht aus einem als Luftthermometer wirkenden Rohre *gg*, in welchem eine Luftmenge *l* eingeschlossen ist, durch deren Ausdehnung der Spiegel der Sperrflüssigkeit und mit ihm ein Schwimmer *s* in Bewegung gesetzt wird. Eine an *s* befestigte Stange *z* wirkt auf den Hebel *hc*, welcher bei *c* ein Läutewerk auslöst, wenn das Signal im Raum selbst, oder bei *c* Kontakt herstellt, wenn ein solches nach einem beliebig entfernten Ort gegeben werden soll.

Um den Apparat verstellbar zu machen, so dass er in demselben Raum für die Anzeige verschiedener Temperaturen Verwendung finden kann, ist das Rohr *gg* auf einem Brettchen befestigt, das in einem Schlitten auf- und abgeführt werden kann. Diese Verstellbarkeit bewirkt eine Zahnstange *ff*, welche in das Triebrad *n* eingreift. Auf der Triebwelle sitzt fest der Zeiger *i* und der Knopf *b*. Durch letzteren kann *gg* gehoben oder gesenkt bezw. der Flüssigkeitsspiegel mit dem Schwimmerchen *s* dem Hebel *hc* genähert oder von demselben entfernt werden, wodurch die Ausdehnung der Luft im Raum *l* früher oder später Einfluss auf die Stange *z* und den Hebel *hc* ausübt.

Vorrichtung zur Angabe des Standes einer Flüssigkeit. Von G. H. Nash in Birmingham, England. No. 44067 vom 13. December 1887.



Die Vorrichtung besteht aus dem in einem Gehäuse *a* befindlichen Schwimmer *e* und der in demselben Gehäuse drehbar angeordneten, steilgängigen Schraube *b*, die mit einem Zeiger *j* versehen ist, und deren Mutter den Schwimmer *e* bildet. Letzterer ist durch den Stift *g*, welcher in einen Schlitz des Gehäuses greift, gehindert, sich zu drehen. Befindet sich nun diese Vorrichtung in einem Flüssigkeit enthaltenden Gefässe, so stellt sich der Schwimmer dem Stande der Flüssigkeit entsprechend ein und dreht hierdurch die Schraube *b* mit dem Zeiger *j*. Dieser giebt auf einer Skale den Flüssigkeitsstand oder auch die Menge der im Gefäss enthaltenen Flüssigkeit an.

Quecksilberluftpumpe ohne Ventile und Hähne. Von L. Chiozza in Cervignano, Oesterreich. No. 44246 vom 20. December 1887.

Die Luftpumpe besteht aus einem um eine horizontale Axe drehbaren Röhrensystem mit zwei entsprechenden Erweiterungen, deren Form und Anordnung die nebenstehenden Figuren erkennen lassen. Beim Gebrauche wird das System abwechselnd in die hier dargestellten Endstellungen gebracht. Wird die Luftpumpe in Richtung des eingezeichneten Pfeiles in die in Fig. 2 gezeichnete Endstellung übergeführt, so bildet sich zwischen den oberen Theilen des Rohres *F* und des Pumpenstiefels *d* einestheils und der Oberfläche des Quecksilbers in dem Behälter *C* und dem Rohr *S* anderntheils ein Niveauunterschied bis zu 760 *mm*. Auf diese Weise entsteht also im Pumpenstiefel *d* und im Rohre *F* ein luftleerer Raum, in welchen die in den zu evakuirenden Raum befindliche Luft durch das Rohr *S* bei *n* frei in den Pumpenstiefel *d* eintreten kann. Nunmehr erfolgt die Druckperiode der Pumpe durch ihre Rückwärtsbewegung aus ihrer Endstellung (Fig. 2) in die Anfangsstellung (Fig. 1). Hierbei fliesst das im Reservoir *C* befindliche Quecksilber durch das Rohr *mn* zurück, dringt in den Pumpenstiefel *d* und das Rohr *S* ein und treibt die Luft aus *d* hinaus. Diese treibt das im Rohr *F* befindliche Quecksilber vor sich her und in den Recipienten *a* hinein. Die Luft tritt dann aus der Mündung von *F* frei aus und gelangt durch das Rohr *f* (in Fig. 2 mit *t* bezeichnet) und durch *m'* bei *q* in das Freie.

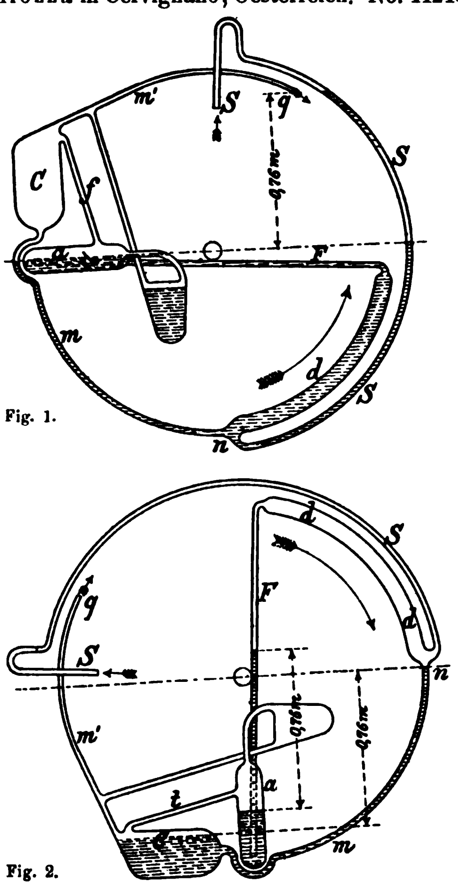
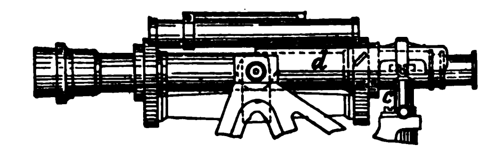


Fig. 1.
Fig. 2.

Vorrichtung an geodätischen Messinstrumenten zur direkten Uebertragung von Höhenunterschieden in Längenmaasse. Von H. Müller und F. Reinecke in Firma A. Meissner in Berlin. No. 44449 vom 4. März 1888.

Diese Vorrichtung an geodätischen Messinstrumenten besteht aus der Verbindung des Fernrohres mit einer Mikrometerschraube *c*, deren Bewegung durch einen Hebel *d* auf das Fernrohr übertragen wird. Aus der abzulesenden Bewegung der Schraube in vertikalem Sinne und der bekannten festen Entfernung der vertikalen Schraubenaxe von der horizontalen Fernrohraxe kann die Höhe von Objekten oder die Entfernung von denselben berechnet werden. (Vgl. ein Instrument ähnlicher Art von Ch. Echassoux in Paris, *diese Zeitschr. 1888. S. 397.*)



Apparat zum Registriren der Dauer von elektrischen oder Flüssigkeitsströmen. Von V. Popp in Paris. No. 44745 vom 25. Dez. 1887.

Der Registrirapparat ist dadurch gekennzeichnet, dass ein pneumatisches Uhrwerk mit einem Umschalter der elektrischen Stromleitung bezw. einem Abschlussorgan des Leitungsrohres der Flüssigkeit so in Beziehung gebracht ist, dass das Uhrwerk nur dann in Thätigkeit sein kann, wenn ein elektrischer Strom die Stromleitung bezw. die Flüssigkeit das Leitungsrohr durchfliesst.

Einrichtung an Laufgewichtswaagen zur selbstthätigen Abwägung. Von C. Schenck in Darmstadt. No. 44605 vom 4. Sept. 1887.

Behufs einer selbstthätigen Wägung, welche durch Auflegung der Last eingeleitet wird, sind mehrere mit einem Triebwerk zu ihrer Fortbewegung versehene Schiebegewichte verschiedener Grösse in der Weise angeordnet, dass die Auslösung und Sperrung der Triebwerke durch die Schwingbewegungen des Waagebalkens geschieht und die Schiebegewichte nach einander, beim grössten beginnend, Bewegungen zur Herstellung des Gleichgewichtes in solchen Grenzen und solchen Richtungen ausführen, dass dadurch jeweils die Gleichgewichtslage überschritten und das der Abstufung der Schiebegewichte entsprechend immer kleiner werdende Uebergewicht abwechselnd von der Lastseite auf die Gewichtsseite und von dieser auf jene verlegt wird. Wenn also z. B. ein zu wiegender Gegenstand auf die Waagebrücke gelegt wird, so löst sich infolge der Neigung des Waagebalkens zunächst das Triebwerk des grössten Schiebegewichts aus und dieses bewegt sich nun soweit nach bezw. auf der Gewichtsseite des Balkens, bis auf dieser Uebergewicht entsteht. Dann neigt sich der Balken nach der anderen Seite, stellt das erste Gewicht dadurch fest und löst das zweitgrösste aus, worauf sich das Spiel wiederholt u. s. w. Die Schiebegewichte können selbst mit Zahlen versehen sein, die das Gewicht anzeigen oder Glieder eines Zählwerks antreiben.

Für die Werkstatt.

Aluminium-Loth. *Revue chronométrique 1888. S. 167.*

Um zwei Stücke Aluminium an einander zu löthen, befeilt man die Flächen und überzieht sie mit einer Legirung von 30 bis 35 Zinn, 12 Aluminium und 5 Wismuth. Den anhaftenden Ueberschuss entfernt man durch Abwischen mit einem fettigen Lappen. Dieser erste Ueberzug hat den Zweck, das Loth gut am Metall haften zu machen. Man löthet nun mit einem Loth von 30 Zinn, 9 Aluminium, 1 Wismuth. Dies Loth soll so gut halten, dass man das Metall nunmehr walzen und strecken kann. Schwierig soll es nur sein, in Folge des schnellen Erstarrens die Legirung homogen zu erhalten und man wird daher langsam abkühlen lassen müssen. Das Loth ist von E. Caillot in Paris angegeben; ein ganz ähnliches soll von Bourbouze herrühren. Beim Löthen vom Aluminium bedient man sich eines Löthkolbens aus demselben Metall. *P.*

Aluminiumeisen. *Horological Journal 1888. November. S. 46.*

Eine Legirung von Schmiedeeisen mit Aluminium findet neuerdings ausgedehnte Verwendung zur Herstellung von Schmiedeeisen-Guss. Durch Zusatz von nur einem Tausendtheil Aluminium wird der Schmelzpunkt des Schmiedeeisens um nahezu 280° C. erniedrigt und das Material behält beim Schmelzen seine guten Eigenschaften, während gewöhnliches Schmiedeeisen durch Schmelzen unbrauchbar wird. *P.*

Beizbrüchigkeit des Eisens. *Techn. Bl. 1888. S. 60.*

Durch Beizen des Eisens mit verdünnten Säuren wird die Längenstreckung bis zur Bruchgrenze, die Biegungs- und Bruchfestigkeit verringert. Hughes & Ch. Roberts haben als Ursache dieser Erscheinungen die Entwicklung von Wasserstoff angesehen. Neuere Versuche von Ledebur über diese Frage führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Festigkeit des schmiedbaren Eisens wird vermindert, sobald dasselbe Einwirkungen ausgesetzt wird, welche eine Wasserstoffentwicklung zur Folge haben. Atmosphärische Einflüsse wirken ähnlich. Eine Berührung mit Zink erhöht den Effekt der Einwirkungen derart, dass dann eine kürzere Zeit zur Herbeiführung der Brüchigkeit genügt.

2. Ausglühen, desgleichen längeres Lagern am trockenen Ort beseitigt die Brüchigkeit wieder, nicht aber mechanische Bearbeitung im kalten Zustande.

3. Bei Gusseisen war diese Eigenschaft nicht deutlich zu beobachten. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Februar 1889.** Zweites Heft.

Photometrische Untersuchungen.

Von

Dr. **O. Lummer** und Dr. **E. Brodhun**.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

I. Ueber ein neues Photometer.[1])

Einleitung.

Die praktische Photometrie hat die Aufgabe, die Gesammtstärken von Lichtquellen zu vergleichen, wie sie von unserem Auge empfunden werden. Bei einer solchen Messung der rein physiologischen Wirkung von Flammen kann daher nur das Auge als Instrument gebraucht werden; alle anderen Messwerkzeuge, wie das Radiometer, die Selenzelle, das Bolometer, und dergleichen mehr, sind zu verwerfen, insofern diese physikalische Wirkungen der Lichtquellen angeben. Das Auge hat aber nicht ohne Weiteres die Eigenschaft, zu beurtheilen, in welchem Verhältnisse die Helligkeiten von Lichtquellen stehen, und es müssen Hilfsapparate (Photometer) konstruirt werden, welche die Aufgabe des Auges erleichtern. Die Photometer sollen also nur dem Auge die bestmöglichen Bedingungen für die Vergleichung von Lichtstärken bieten.

Die Erfahrung hat ergeben, dass man mit relativ grosser Genauigkeit beurtheilen kann, wann zwei nebeneinanderliegende gleichmässig beleuchtete Flächen gleich hell erscheinen. Dieses Princip wird bei fast allen gebräuchlichen Photometern benutzt. Letztere unterscheiden sich allein durch die Art und Weise, in welcher die zu vergleichenden Felder dem Auge dargeboten werden. Geht man in dieser Beziehung die verschiedenen Apparate durch, so lassen sich dieselben in drei Gattungen eintheilen.

In die erste Gattung gehören diejenigen, bei welchen auch im Moment der Gleichheit die beiden Felder durch einen meist dunklen Zwischenraum getrennt bleiben, z. B. die Photometer von Bouguer, von Ritchie und von L. Weber.

Bei der zweiten Gattung verschwindet zwar die Grenze, so dass die Einstellung durch das Auftreten einer überall gleichmässig hellen Fläche charakterisirt wird, jedoch ist bei Ungleichheit der Felder die Grenze verwaschen. Vertreter dieser Gattung sind die Photometer von Foucault, Rumford, Wild und Fuchs, die beiden ersteren, weil es die Praxis nur mit ausgedehnten Lichtquellen zu thun hat und die durch solche entworfenen Schatten unscharfe Ränder haben, die beiden anderen, insofern die Intensität der Interferenzlinien nur allmälig vom Maximum zum Minimum abnimmt.

---

[1]) Vergl. die kurze Mittheilung im vorigen Heft dieser Zeitschrift: „Ersatz des Photometerfettflecks durch eine rein optische Vorrichtung."

Die Photometer der dritten Klasse unterscheiden sich von den vorgenannten dadurch, dass die Ränder der zusammenstossenden Felder vollkommen scharf sind. Zu diesen gehört das Fettfleckphotometer von Bunsen, wenn der Fettfleck scharfe Ränder hat, welche Bedingung leicht zu erfüllen ist.

Es ist ersichtlich, dass bei den Photometern der dritten Gattung die Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitsunterschiede am meisten ausgenutzt wird. Danach wäre das Bunsen'sche Photometer den übrigen vorzuziehen, und es wäre ein Suchen nach besseren Apparaten überflüssig, wenn jenes nicht einen Fehler hätte, der die Empfindlichkeit der Einstellung wesentlich verringert. Wie später rechnerisch gezeigt werden wird, ist es nämlich nothwendig, dass je eins der zu vergleichenden Felder nur von je einer Lichtquelle beleuchtet wird. Je weniger diese Bedingung verwirklicht ist, um so langsamer ändert sich bei gleich grosser Verschiebung des Photometers auf der Photometerbank das Verhältniss der Intensitäten beider Felder, um so grösser ist also die Strecke, auf welcher das Auge die beiden Felder als gleich hell empfindet. Bei dem Fettfleckprincip ist obige Bedingung schlechterdings nicht zu erfüllen, denn das gefettete Papier wird stets einen Theil des auffallenden Lichtes reflektiren und das nicht gefettete einen Theil hindurchlassen. Man erhält also von jedem Felde Licht von beiden Lichtquellen. Somit ist also auch das Bunsen'sche Photometer noch nicht das denkbar günstigste.

Erster Theil. Die Einrichtung des neuen Photometers.

Im Laufe der letzten Monate hatte die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf eine Anregung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern hin Versuche über die in der Technik gebräuchlichen Lichteinheiten anzustellen. Hierfür wurde zunächst das Bunsen'sche Photometer in Folge seiner allgemeinen Verbreitung in den betheiligten Fachkreisen benutzt. Die dabei auftretenden Uebelstände, wie Verschiedenheit der Einstellung bei Benutzung der einen oder der anderen Schirmseite, Veränderlichkeit und geringe Empfindlichkeit, veranlassten uns, über die photometrischen Methoden selbst eingehende Versuche anzustellen, um wenn möglich eine Vorrichtung zu finden, die allen theoretisch aufzustellenden Forderungen genügt. Diese sind nach dem bisher Gesagten:

1. Jedes der zu vergleichenden Felder darf nur Licht von einer Lichtquelle erhalten;

2. die Grenze, in der die beiden Felder zusammenstossen, muss möglichst scharf sein und

3. im Moment der Gleichheit vollständig verschwinden.

Als praktische Bedingungen treten hinzu:

4. Die Vorrichtung soll möglichst unveränderlich sein;

5. die Vertauschung der beiden Seiten der Vorrichtung soll die Einstellung nicht ändern.

Zur Erläuterung des von uns benutzten Princips gehen wir von der Fig. 1 (a. f. S.) aus. Es seien l und λ diffus leuchtende Flächen, A und B sei eine derartige Kombination zweier rechtwinkliger Glasprismen, dass an gewissen Stellen (pq und hi) der Hypotenusenfläche des Prismas B das von λ kommende Licht nach O reflektirt wird, während es an den übrigen Stellen (qh) durch das Prisma hindurch nach r geht. Das Umgekehrte soll bei den von l ausgehenden Strahlen in Bezug auf die Hypotenusenfläche des Prismas A stattfinden. Akkomodirt ein bei O befindliches Auge auf die

Fläche *pqhi*, so erblickt es also den Theil *qh* derselben in dem Lichte von *l*, den Theil *pq* und *hi* in dem Lichte von λ erleuchtet. Bei einem gewissen Intensitätsverhältniss der Felder *l* und λ wird *pqhi* als eine vollständig gleichmässig helle Fläche erscheinen.

Geeignete Prismenkombinationen lassen sich in folgender Weise herstellen:

1. Die beiden Prismen *A* und *B* sind bei *qh* mittels einer Substanz vom Brechungsindex des Glases zusammengekittet, während bei *pq* und *hi* die Hypotenusenflächen durch Luft getrennt sind. Um die Grenze zwischen den beiden Feldern im Moment der Gleichheit zum Verschwinden zu bringen, ist es nothwendig, *A* und *B* möglichst fest an einander zu pressen. Diese Kombination bietet die Möglichkeit, auch von *r* aus das Verschwinden zu beobachten, so dass gleichzeitig zwei Personen einstellen können. Gleichheit der Felder findet hier statt, wenn *l* und λ dieselbe Intensität besitzen.

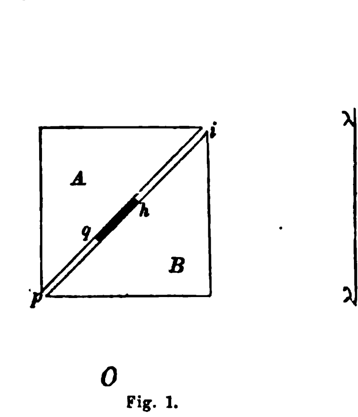


Fig. 1.

2. Die Hypotenusenfläche des Prismas *B* wird versilbert und an der Stelle *qh* die Silberschicht entfernt; hierauf werden die beiden Prismen mit geeignetem Kitt verbunden. Die Metallreflexion bewirkt, dass die Gleichheit der Felder nur bei ungleicher Helligkeit von *l* und λ herbeigeführt wird. Durch Auskratzen der verschiedensten Figuren kann man die Gestalt der Felder variiren.

3. Die Hypotenusenfläche des Prismas *A* ist nicht eben, sondern kugelförmig geschliffen und an die ebene Hypotenusenfläche von *B* angepresst (Fig. 2). Bei genügend starkem Druck entsteht eine kreisrunde Berührungsfläche bei *m*; alle auf diese Fläche auftreffenden Strahlen gehen vollständig durch sie hindurch, welches auch ihr Einfallswinkel sein mag. Ist es der Winkel der totalen Reflexion, so sieht man bei Abblendung der Lichtquelle *l* in der leuchtenden Hypotenusenfläche von *B* einen schwarzen elliptischen Fleck mit allmälig heller werdendem Rande. Bei kleinerem Einfallswinkel lagern sich um diesen dunklen Fleck als Centrum die Newton'schen Interferenzringe. Wie den im total reflektirten Lichte erzeugten Newton'schen centralen Fleck, könnte man auch bei nicht total reflektirtem Lichte das Verschwinden des gesammten Ringsystems als photometrisches Kriterium benutzen, worauf wir bei späterer Gelegenheit zurückkommen werden.

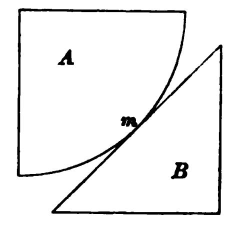


Fig. 2.

Bei Anwendung stärker gekrümmter Kugelflächen wird der Rand des elliptischen Flecks zwar ausreichend scharf, aber gleichzeitig damit tritt eine solche Verkleinerung des Flecks ein, dass die an demselben auftretende Beugungserscheinung das Phänomen stört.

4. Die kugelförmige Oberfläche des Prismas *A* wird bei *cd* (Fig. 3) eben angeschliffen und gegen die gleichfalls ebene Hypotenusenfläche des Prismas *B* gepresst. Der in diesem Falle auftretende, elliptisch erscheinende Fleck hat durchaus scharfe Ränder und verschwindet bei Gleichheit der Felder vollständig. Diese Kombination genügt allen Anforderungen.

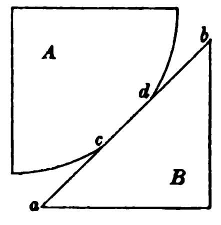


Fig. 3.

5. Die beiden Prismen werden auf ihrer ganzen Hypotenusenfläche gegen einander eben abgeschliffen. Dann wird irgend eine Zeichnung in die Fläche des Prismas A eingeätzt und wiederum das Prismenpaar innig aneinander gepresst. Wenn die Aetzung tief genug ist, so befindet sich an den geätzten Stellen Luft zwischen den Hypotenusenflächen, sodass die geätzte Figur im reflektirten Lichte hell auf schwarzem Grunde und im durchgehenden Lichte schwarz auf hellem Grunde erscheint. Der Vorzug dieser Methode ist, dass hier den Figuren jede gewünschte Form gegeben werden kann.

Bei der Anwendung aller beschriebenen Prismenkombinationen müssen zum vollständigen Verschwinden der Grenze zwischen den beiden Feldern die Flächen l und λ gleichmässig diffus leuchtend sein, also etwa beleuchtete Papiere, Milchglasplatten u. s. w. Ferner darf die Fläche l nur Licht von der einen, λ nur Licht von der andern der zu vergleichenden Flammen erhalten.

Es kam uns darauf an, unter Benutzung einer der angegebenen Prismenkombinationen ein für die praktische Lichtmessung geeignetes Photometer herzustellen, welches also, ebenso wie das Bunsen'sche, auf einer geraden Photometerbank verschiebbar sein musste. Wir wählten die in Fig. 4 skizzirte Anordnung. Lothrecht zur Axe der Photometerbank steht der Schirm ik, welcher gar kein Licht hindurch lässt und dessen beide Seiten von den Lichtquellen m bezw. n erleuchtet werden. Das diffuse, von den Schirmseiten λ und l ausgehende Licht fällt auf die Spiegel e bezw. f, welche es senkrecht auf die Kathetenflächen cb und dp der Prismen B und A werfen. Der Beobachter bei o blickt durch die Lupe w senkrecht zu ac und stellt scharf auf die Fläche $arsb$ ein.

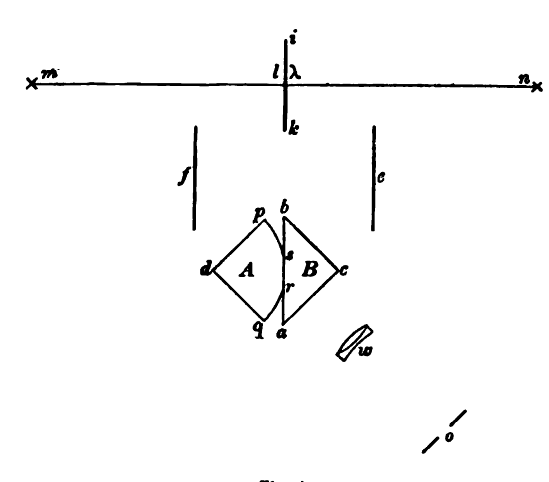


Fig. 4.

Figur 5 giebt eine perspektivische Ansicht des nach dieser Anordnung in der Werkstatt der Reichsanstalt für unsere Versuche ausgeführten Photometers. Die vertikale messingene Säule s trägt die Metallschiene b, auf welcher die Säulchen s_1 und s_2 aufgeschraubt sind. In den oberen Theilen der letzteren sitzen die Schrauben m_1 und m_2, in deren Enden konische Pfannen eingedreht sind. Diese Pfannen bilden das Lager für die horizontale Axe a des Photometergehäuses h. Am Gehäuse ist bei w das Rohr r mit der verschiebbaren Lupe angebracht. Im Innern des Gehäuses liegen die Prismenkombination AB, die beiden Spiegel, von welchen nur der eine f zu sehen ist, und der Photometerschirm P. Letzterer sitzt im Rahmen n_1, dessen Fussplatte auf dem Boden des Gehäuses h verschiebbar und feststellbar ist; der Schirm kann behufs Erneuerung oder Drehung um 180 Grad aus dem Rahmen n_1 entfernt werden. Jeder der Spiegel e und f ist mit Hilfe je zweier durch den Boden von h hindurchreichender Schrauben von aussen her um eine horizontale sowie um eine vertikale Axe drehbar. Die Fassung q presst die Prismen A und B innig aneinander und ruht auf einer Platte, welche in gleicher Weise beweglich ist wie der Rahmen n_1. Das Gehäuse h wird durch einen in der Figur abgenommenen Deckel mit Schlitz für den Griff des Schirmes P geschlossen. Durch die seitlichen

Oeffnungen kann Licht zum Papier von *P* gelangen. Bei der dargestellten Lage des Photometergehäuses wird ein als Anschlag dienender, in Fig. 5 nicht sichtbarer Schraubenkopf k_2 durch eine an der Säule s_1 verschiebbare Hülse fest an die Säule

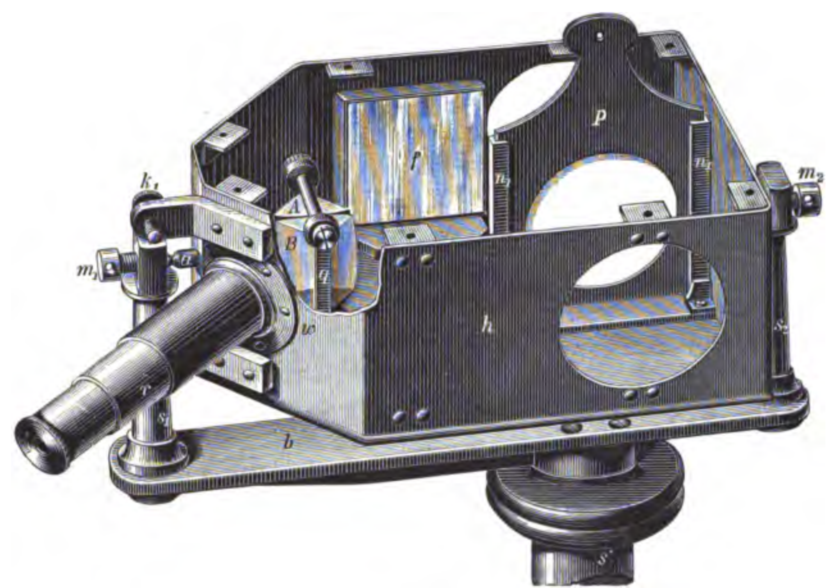


Fig. 5.

angedrückt. Nach Drehung der Axe des Gehäuses um 180 Grad dient ein zweiter Schraubenkopf k_1 als Anschlag. Die auf einem Schlitten der Photometerbank angebrachte Säule *s* kann auf und ab bewegt und um eine vertikale Axe gedreht werden.

Der zu unseren Versuchen benutzte Schirm besteht aus doppelten Lagen Papier, welche durch ein Stanniolblatt getrennt sind. Man taucht das Papier in Wasser, trocknet es mit Fliesspapier und klemmt es noch feucht zwischen die beiden Metallplatten des Schirms *P*. Auf diese Weise erhält man einen vollkommen undurchsichtigen Schirm mit gut ebenen und diffus reflektirenden Flächen. Dasselbe erreicht man durch eine Gypsplatte oder eine beiderseitig matt weiss angestrichene Metallplatte. *e* und *f* sind ausgesuchte, ebene, mit Quecksilberamalgam belegte Spiegel, welche von demselben Stück geschnitten sind. Statt derselben können natürlich auch total reflektirende Prismen benutzt werden. Vor der Lupe ist in gewisser Entfernung ein Diaphragma angebracht, welches grösser als die Pupille sein muss. Dem Gesichtsfelde kann man dadurch eine scharfe Umgrenzung von gewünschter Form geben, dass man die äusseren Theile der Hypotenusenfläche von *B* mit Asphaltlack bestreicht.

Wir kommen jetzt zur Justirung des beschriebenen Apparats. Man hat erstens das Photometer in sich, d. h. die im Gehäuse befindlichen Theile, zweitens die Stellung des Photometers auf der Bank zu justiren.

Bei den für die Praxis bestimmten Apparaten wird der erste Theil der Berichtigung Sache des Mechanikers sein, so dass das Gehäuse gar keine verstellbaren Theile zu enthalten braucht. Die Richtigkeit der erfolgten Justirung kann durch Umdrehung des Gehäuses um 180 Grad geprüft werden, wobei die Einstellung unverändert bleiben muss.

Bei dem beschriebenen Apparat ist die Justirung des Gehäuses in sich folgendermaassen ausgeführt worden. Zuerst wurde der Schirm und die gemeinsame

Hypotenusenfläche des Prismenpaares in eine durch die Umdrehungsaxe des Gehäuses hindurch gehende Ebene gebracht. Wir benutzten zu diesem Zwecke ein einfaches Kathetometer, doch lässt sich durch Lothen dasselbe hinreichend genau erreichen. Um die Spiegel einzustellen, zeichnet man auf jeder Seite des runden Papierschirmes eine durch das Centrum gehende horizontale und eine ebensolche vertikale Linie. Bei gleichem Abstand der Spiegel von der Photometeraxe sind dieselben richtig eingestellt, wenn man nach Herausnahme der Lupe ein vollständiges geradliniges Kreuz erblickt. Der mittlere Theil desselben rührt von der linken Seite des Papiers, der äussere von der rechten Seite her.

Der zweite Theil der Berichtigung, der auch für die Praxis in Betracht kommt, die Orientirung des Photometers auf der Bank, geht dahin, die durch den Schirm und den mit dem Photometerschlitten verschiebbaren Index gelegte Ebene senkrecht zur Axe der Bank zu stellen. Dazu richtet man ein durch eine Linse erzeugtes annähernd paralleles, mittels einer Blende begrenztes Lichtbündel so, dass es bei verschiedener Stellung des Photometerschlittens auf der Bank stets die Mitte des Schirmes trifft. Dann läuft die Axe des Bündels parallel der Axe der Bank. Jetzt ersetzt man den Schirm durch einen passenden ebenen Spiegel und orientirt das Photometer, bis die reflektirten Strahlen in ihre ursprüngliche Richtung zurückgeworfen werden. Diese Orientirung geschieht mittels Drehung des Bügels $s_1\, b\, s_2$ (Fig. 5) um die Axe der Säule s und Verstellung des als Anschlag dienenden Schraubenkopfs k_2. Nach Umdrehung des Spiegels und Gehäuses stellt man auch k_1 so, dass die Strahlen in sich zurückgeworfen werden, damit beim Umlegen eine Drehung von wirklich 180 Grad eintritt.

Um die Verbindungslinie der Flammencentren durch die Mitte des Schirms und zu diesem senkrecht zu legen, müssen die durch die Flammen entworfenen Schatten zweier vor den Oeffnungen des Gehäuses h in geeigneter Weise angebrachten Blenden auf die Mitten der Schirmseiten fallen. Die Blenden können in ähnlicher Weise, wie es Herr Krüss bei seinen Photometern thut, beweglich an dem Gehäuse angebracht sein. Die richtige Lage der Blenden lässt sich mittels des vorerwähnten parallelen Strahlenbündels leicht prüfen.

In der Praxis wird für die Orientirung des Photometers folgendes vereinfachte Verfahren ausreichen. Man centrirt die Lichtquellen auf ihren Tellern und macht ihren Abstand von der Bank gleich dem des Schirmes; hierauf beobachtet man bei Verschiebung des Photometers (nach Herausnahme der Lupe) die beiden von den Blenden entworfenen Schatten. Wie früher die Bilder der Kreuze sich ergänzten, so müssen nunmehr bei richtiger Aufstellung des Photometers die beiden sichtbaren Schattentheile sich stets zu einem vollständigen Schattenbilde vereinigen.

Der beschriebene Apparat erfüllt, wenn er richtig justirt ist, vollkommen die an ein gutes Photometer zu stellende Anforderung; er liefert mit einer einzigen Einstellung durch blosse Anwendung des Entfernungsgesetzes ein von konstanten Fehlern freies Resultat.

Will man unser Princip bei dem für viele Zwecke sehr bequemen L. Weber'schen Photometer[1]) anwenden, so ersetzt man das dort gebrauchte total reflektirende Prisma durch eine der Kombinationen $A\, B$ (Fig. 1) in der Art, dass die eine Milchglasplatte die Fläche l, die andere Milchglasplatte die Fläche λ darstellt[2]).

[1]) L. Weber, *Wied. Ann.* **20.** *1883. S. 326.* — [2]) So umgeänderte Weber'sche Photometer werden in der optischen Werkstatt von Fr. Schmidt & Haensch zu Berlin bereits hergestellt. Dort sind auch die oben beschriebenen Prismenkombinationen geschliffen worden.

Das Princip lässt sich auch für die Einstellung auf gleiche Helligkeitsunterschiede verwerthen. Das Bunsen'sche Photometer wird nämlich bei gleichzeitiger Beobachtung beider Schirmseiten häufig so gebraucht, dass man nicht auf Verschwinden des Fettflecks, sondern auf gleiche Kontraste einstellt. Diese Beobachtungsmethode lässt sich durch eine in passender Weise hergestellte Prismenkombination mit geätzter Fläche auf rein optischem Wege nachahmen. Ob sich übrigens durch Anwendung der Kontrastbeobachtung Vortheile erzielen lassen, geht aus den in der Literatur spärlich vorliegenden Angaben nicht mit Sicherheit hervor.

Zweiter Theil. Empfindlichkeit des Apparats.

Wie im ersten Theil dieser Abhandlung hervorgehoben wurde, kann das Bunsen'sche Fettfleckphotometer die Bedingung, dass vom Papier nur Licht der einen Lichtquelle und vom Fettfleck nur Licht der andern ausgeht, seiner Natur nach nicht erfüllen. Die hierdurch verursachte Verringerung der Empfindlichkeit wird je nach der Beschaffenheit des Fettflecks eine verschiedene sein. Man kann aus den Konstanten eines Fettflecks die Grösse der Strecke ableiten, auf welcher beide Felder dem Auge gleich hell erscheinen. Dazu berechnen wir die Intensitäten der beleuchteten Felder und sehen zu, bei welcher Verschiebung das Verhältniss dieser Intensitäten um den gleichen Procentsatz sich ändert. Wir nehmen an, dass man bei genügender Beleuchtung zweier geeigneten Felder dieselben erst dann ungleich hell empfindet, wenn ihre Intensitäten sich um ungefähr 0,01 von einander unterscheiden[1]).

Es sei J_1 die Intensität der linken Lichtquelle, J_2 diejenige der rechten, d der Abstand beider und x die Entfernung des Schirmes von der linken Lichtquelle. Ferner seien r und m die Koeffizienten der Reflexion bezw. der Durchdringung des nicht gefetteten Theiles des Papieres; dann erhält man von der linken Seite desselben die beiden Lichtantheile:

$$\text{I.} \ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_1}{x^2}\,r + \frac{J_2}{(d-x)^2}\,m\,.$$

Haben ρ und μ die gleiche Bedeutung für den Fettfleck wie r und m für das nicht gefettete Papier, so sind die von der linken Seite des Fettflecks kommenden Lichtantheile:

$$\text{II.} \ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_1}{x^2}\,\rho + \frac{J_2}{(d-x)^2}\,\mu\,.$$

Bilden wir das Verhältniss:

$$\text{III.} \ldots\ldots\ldots \; Q = \frac{\dfrac{J_1}{x^2}\,r + \dfrac{J_2}{(d-x)^2}\,m}{\dfrac{J_1}{x^2}\,\rho + \dfrac{J_2}{(d-x)^2}\,\mu}\,,$$

so ist Q das Maass für den vom Auge empfundenen Helligkeitsunterschied der beiden zu vergleichenden Felder. Letztere erscheinen dem Auge nach obiger Annahme nicht mehr gleich hell, wenn $Q = 1{,}01$ ist.

Die Rechnung wird wesentlich durch die Annahme vereinfacht, dass die Lichtquellen gleiche Intensität besitzen. Es wird dann $J_1 = J_2$ und:

---

[1]) Der Werth für die Unterschiedsempfindlichkeit schwankt bei verschiedenen Beobachtern (Bouguer, Fechner, Arago, Masson, Helmholtz) von $^1/_{64}$ bis $^1/_{167}$.

$$\text{IV.} \quad Q = \frac{r(x-d)^2 + m x^2}{\rho (x-d)^2 + \mu x^2}.$$

Sind die vom Papier und vom Fettfleck ausgehenden Lichtantheile einander gleich, so ist $Q = 1$, also:

$$r(x-d)^2 + m x^2 = \rho (x-d)^2 + \mu x^2,$$

$$\text{V.} \quad \frac{(x-d)^2}{x^2} = \frac{\mu - m}{r - \rho}.$$

Wird $(\mu - m)/(r-\rho) = 1$, so folgt $x = d/2$, d. h. der Fettfleck verschwindet in der Mitte der Bank[1]). Dieser leicht herzustellende Fall werde den folgenden Betrachtungen zu Grunde gelegt.

Ist δ die Verschiebung des Schirmes von der Stelle, wo $Q = 1$ ist, nach links, so wird, da jetzt $x = d/2$ ist:

$$Q_\delta = \frac{r\left(\frac{d}{2}+\delta\right)^2 + m\left(\frac{d}{2}-\delta\right)^2}{\rho\left(\frac{d}{2}+\delta\right)^2 + \mu\left(\frac{d}{2}-\delta\right)^2},$$

oder wenn man nach Potenzen von δ/d entwickelt und δ^2/d^2 gegen δ/d vernachlässigt:

$$Q_\delta = 1 + 8 \frac{\delta}{d} \frac{r-\rho}{r+m}.$$

Nehmen wir die Länge der Bank zu 800 *mm* an, so wird $Q_\delta = 1{,}01$, wenn

$$\text{VI.} \quad \delta = \frac{r+m}{r-\rho}$$

ist.

Für die rein optische Vorrichtung des neuen Photometers ist $\rho = 0$, $m = 0$, $\mu = r$, also die Bedingung $(\mu - m)/(r - \rho) = 1$ erfüllt. Setzen wir in die Formel für δ die obigen Werthe ein, so wird hier $\delta = 1$ *mm*. Messungen an einem Bunsen'schen Fettfleck, welcher der Bedingung $(\mu - m)/(r - \rho) = 1$ genügte, haben ergeben: $m = 3{,}5$, $\mu = 11{,}5$, $r = 14{,}0$, $\rho = 5{,}9$. Hieraus berechnet sich $\delta = 2{,}2$. Macht man demnach im ersten Falle bei einer Einstellung einen Fehler von 1 *mm*, so beträgt im zweiten Falle der Fehler 2,2 *mm*.

Um aus dem Fehler δ der Einstellung den Fehler der Intensitätsbestimmung zu berechnen, dient die Formel:

$$J_1 = J_2 \frac{\left(\frac{d}{2}-\delta\right)^2}{\left(\frac{d}{2}+\delta\right)^2} = J_2\left(1 - \frac{4\delta}{d}\right)^2, \text{ also:}$$

$$J_1 = J_2\left(1 - 8\frac{\delta}{d}\right).$$

Für $\delta = 1$ *mm* wird $J_1 = 0{,}990\, J_2$, für $\delta = 2{,}2$ *mm* wird $J_1 = 0{,}978\, J_2$. Somit kann man mit unserem Photometer die Intensität einer Lichtquelle 2,2 mal so genau messen als mit obigem Fettfleck.

[1]) Vergl. A. König, *Verhandl. d. phys. Ges. 1886. Nr. 2. S. 8.*

Für die Fettflecke, welche der Bedingung $(\mu - m)/(r - \rho) = 1$ nicht gehorchen, wie diejenigen von Elster, Krüss und Anderen, lässt sich ebenfalls die Verschiebung δ an der Stelle des Verschwindens berechnen; man findet, wenn für diese Verschiebung das Verhältniss Q um die Grösse ε geändert wird:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{\varepsilon}{2} \frac{r\mu - m\rho}{r - \rho} \cdot \frac{1}{m - \mu - \sqrt{(\mu - m)(r - \rho)}},$$

wo sich x aus der Gleichung V bestimmt. Damit ist aber noch nicht der Fehler gegeben, mit dem das aus J_2 bei der um δ verschobenen Stellung des Photometers berechnete J_1 behaftet ist. Ihn findet man aus der Gleichung:

$$\Delta J_1 = \frac{\delta}{x} \cdot 2 J_2 \frac{\mu - m + \sqrt{(r - \rho)(\mu - m)}}{\mu - m};$$

setzt man hier für δ/x den vorher gefundenen Ausdruck ein, so erhält man:

$$\Delta J_1 = \varepsilon J_2 \cdot \frac{\rho m - \mu r}{(r - \rho)(\mu - m)}.$$

Den Bruch

$$\frac{\rho m - \mu r}{(r - \rho)(\mu - m)}$$

bezeichnet Herr L. Weber[1]) als den Empfindlichkeitskoeffizienten eines Bunsen-Fettflecks. Nach Messungen, welche derselbe Physiker an Krüss'schen Schirmen ausführte, hat dieser Koeffizient den Werth 2,47 bis 3,47, während er bei unserer optischen Vorrichtung gleich Eins ist. Die an dem Elster'schen Fettfleck mit unserem Photometer ausgeführten Messungen ergaben den Werth 2,5. Damit ist also erwiesen, dass unser Photometer eine theoretisch etwa 2,5 bis 3,5 fache Empfindlichkeit im Vergleich zu den jetzt in der Praxis benutzten Fettfleckphotometern hat. In Wirklichkeit wird sich das Resultat für uns noch günstiger gestalten, da unsere optische Vorrichtung ungleich schärfere Ränder hat, als sie sich beim Fettfleck je erzielen lassen.

Diese Ueberlegenheit konnte auch durch praktische Empfindlichkeitsmessungen bestätigt werden. Während L. Weber bei seinen Messungen an Krüss'schen Schirmen Resultate erhält, bei denen der mittlere Fehler einer Einstellung von 1,8 bis 4,7% schwankt, kann man bei unserem Photometer eine Aenderung von 1,5% der Intensität einer Lichtquelle ohne Weiteres deutlich wahrnehmen; der mittlere Fehler einer Einstellung bleibt bei uns unter 0,5%. Allerdings sind die Resultate von L. Weber insofern nicht völlig einwurfsfrei, als eine relative Intensitätsschwankung der benutzten Lichtquellen nicht ausgeschlossen war. Er gebrauchte nämlich zwei offen brennende Gasflammen, welche durch einen Gasdruckregulator möglichst konstant gehalten wurden. Bei unseren Versuchen verwenden wir als Lichtquellen die Spiegelbilder einer und derselben von Akkumulatoren gespeisten Glühlichtlampe, welche hinter der Mitte der Bank, fest mit ihr verbunden, in Höhe des Photometerschirmes aufgestellt ist. Die Spiegel sitzen auf der Bank zu beiden Seiten der Glühlichtlampe; zwischen ihnen ist das Photometer verschiebbar. Man orientirt die Spiegel so, dass die Verbindungslinie der durch sie entworfenen Bilder durch die Mitte des Schirmes geht. Der Abstand der Bilder betrug bei unseren Versuchen 2600 *mm*. Bei der Ablesung des Index wurden Zehntelmillimeter geschätzt. Die

[1]) L. Weber, *Wied. Ann.* **31.** *1887 S. 676.*

Versuchsreihen wurden so ausgeführt, dass Jeder von uns Beiden 10 Einstellungen machte, aus denen der mittlere Fehler einer Einstellung berechnet wurde.

Bei allen Empfindlichkeitsbestimmungen wurde darauf gesehen, dass sich die Helligkeit der Felder in dem Bereich befand, in dem mit grosser Annäherung das psychophysische Grundgesetz gilt. Bekanntlich nimmt bei geringerer Helligkeit die Empfindlichkeit unseres Auges schnell ab. Bei praktischen Lichtmessungen ist dieser Umstand insofern sehr störend, als man es mit sehr lichtschwachen Einheiten zu thun hat. Um mit ihnen eine genügende Beleuchtung des Schirmes zu erzielen, muss man sie so nahe an das Photometer bringen, dass die genaue Messung der Entfernung schwierig wird. Dieser Uebelstand zwang uns von vorn herein auf die Anwendung von Polarisationsphotometern zu verzichten, da bekanntlich schon ein Nicol'sches Prisma mehr als die Hälfte des auffallenden Lichtes fortnimmt.

Dagegen war es wünschenswerth, die Empfindlichkeit unseres Apparats mit derjenigen des L. Weber'schen Photometers in der üblichen Einrichtung (vergl. S. 46) zu vergleichen. Die beiden Milchglasplatten des letzteren wurden auf ähnliche Weise beleuchtet wie die beiden Seiten unseres Schirmes, also durch die Spiegelbilder einer Glühlampe. Hierbei fand man den mittleren Fehler einer Einstellung aus je 10 Beobachtungen nicht unter 1,5%.

Schon aus diesen Mittheilungen geht die Ueberlegenheit des beschriebenen Photometers über die praktisch gebräuchlichen Instrumente dieser Art zur Genüge hervor. Spätere Veröffentlichungen werden uns Gelegenheit bieten, ausführliche Versuchsreihen anzugeben, sowie auf gewisse Einzelheiten einzugehen, welche bei praktischen Messungen zu beachten sind.

Die Prüfung der Oberfläche des Glases durch Farbreaktion.

Von

Dr. F. Mylius.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Um den technischen Werth verschiedener Glassorten zu untersuchen, bedient man sich gewöhnlich eines Verfahrens, welches vor einer Reihe von Jahren von Rudolph Weber[1]) eingeführt worden ist und welches darin besteht, dass der zu untersuchende Glaskörper 24 Stunden lang einer Atmosphäre von Salzsäuredämpfen und darauf der Luft ausgesetzt wird. Je nach der Beschaffenheit des Glases erscheint sodann dasselbe mit einem stärkeren oder schwächeren Reif bekleidet, welchen die durch die Wirkung der Salzsäure erzeugten Chloride bilden. Unter allen bisher vorgeschlagenen qualitativen Methoden zur Prüfung des Glases bewährt sich Weber's Methode bei Weitem am Besten und findet aus diesem Grunde mit Recht häufige Anwendung.

An der Hand dieser Prüfungsmethode ist von Weber[2]) in sehr umfassender Weise der Zusammenhang zwischen Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse und Zusammensetzung des Glases erforscht worden.

Für ein geübtes Auge ist die Weber'sche Methode ziemlich empfindlich; ein weniger geübter Beobachter aber ist bei der Prüfung besserer Gläser häufig im Zweifel darüber, ob ein Reif vorhanden ist oder nicht. Auf rauhen Flächen ist der

---

[1]) R. Weber, *Dingl. polyt. Journ.* ***171.*** *S. 129.* — [2]) Weber, *Wiedem. Ann.* ***6.*** *S. 431.*

Reif überhaupt nicht zu erkennen und für diese das Salzsäureverfahren daher nicht anwendbar. Für solche Fälle muss es erwünscht sein, eine Prüfungsmethode zu besitzen, bei welcher sich die Oberflächenbeschaffenheit des Glases dem Auge nicht durch einen farblosen Reif, sondern durch eine deutliche Färbung kundgiebt. In dem Folgenden soll ein derartiges kolorimetrisches Verfahren erörtert werden, dessen Princip bereits in meiner Mittheilung über die Störungen der Libellen[1]) angedeutet wurde. Dasselbe erlaubt eine Prüfung des Glases in demselben Sinne[2]) als das Verfahren mit Salzsäure. Welche von beiden Methoden die bessere ist, lässt sich nicht im Allgemeinen entscheiden, es kommt auf die besonderen Umstände und Zwecke an. Für die Glasindustrie, welche häufig eine vergleichende Prüfung grösserer Glasstücke verlangt, wird vielfach das Verfahren von Weber das bequemere und darum bessere sein. Das kolorimetrische Verfahren dagegen empfiehlt sich wegen seiner grösseren Empfindlichkeit besonders zur Erkennung der Oberflächenbeschaffenheit bestimmter Geräthe, namentlich wenn diese Hohlräume enthalten. Die Feinmechanik erhält insbesondere hierdurch ein leicht anwendbares Mittel zur Prüfung geschliffener Libellenröhren, deren Oberflächenbeschaffenheit einer Kontrole dringend bedarf, wenn sich nicht nach der Füllung die bekannten Ausscheidungen einstellen sollen. Zu ähnlichen Zwecken wird das neue Verfahren, wie ich hoffe, auch öfter in physikalischen und chemischen Laboratorien benutzt werden.

Man hat schon früher versucht, die Beschaffenheit des Glases durch Farbreaktionen zu erkennen. Dies geschah gewöhnlich dadurch, dass man es mit wässrigen Lösungen von Stoffen zusammenbrachte, deren Färbung durch Alkalien beeinflusst wird. In Berührung mit Glas färbt sich rothe Lakmuslösung blau, farblose Lösung von Phenolphtaleïn oder von Haematoxylin purpurroth[3]). In ähnlicher Weise wirken alle anderen der organischen Chemie angehörenden Farbstoffe, welche als „Indikatoren" bei der alkalimetrischen Analyse gebraucht werden, und nicht selten mussten scheinbar zufällige Veränderungen in der Farbe chemischer Präparate auf die Wirkung des Glases zurückgeführt werden[4]). Ich selbst habe versucht, die Blaufärbung von Stärke und Jod in wässriger Lösung durch eine Spur Alkali zur Prüfung des Glases zu verwerthen[5]).

Obwohl diese Reaktionen vortrefflich geeignet sind, die Thatsache zu erkennen,

---

[1]) F. Mylius, *diese Zeitschr. 1888. S. 267.* — [2]) Soll nicht die Oberfläche, sondern die Glasmasse als solche auf ihre Widerstandsfähigkeit untersucht werden, so muss sie offenbar im zerkleinerten Zustande dem Reagens dargeboten werden. Die quantitative Durchführung der Prüfung wird dadurch sehr mühevoll; das darauf bezügliche, in meiner angeführten Mittheilung gegebene Zahlenmaterial bedarf einer Korrektur, welche ich mir ausdrücklich vorbehalte und in kurzer Zeit mitzutheilen gedenke. — [3]) Maschke, *Berichte d. D. Chem. Ges.* **7.** *S. 1535.* — [4]) Liebermann, *Ber. d. D. Chem. Ges.* **20.** *S. 866.* — [5]) Vielleicht bietet folgender Vorlesungsversuch einiges Interesse. Eine klare Stärkelösung wird mit reiner wässriger Jodlösung und einem Tropfen sehr verdünnter Lösung von Silbernitrat oder Silberacetat versetzt, sodass die Mischung soeben farblos oder gelblich wird. Bringt man in die Mischung eine kleine Menge Glaspulver, so tritt sogleich die Bildung von Jodstärke ein, und die Lösung wird tief blau. In Glasröhren gefüllt färbt sich die Lösung nach Maassgabe der Qualität des Glases in kürzerer oder längerer Zeit blau. In verschiedenen Glasröhren nahm nach viertelstündigem Stehen die Intensität der Färbung ab in folgender Reihe:

1. Bleikrystallglas.
2. Thüringer Glas.
3. Jenaer Thermometerglas 16 III.
4. Böhmisches Glas von Kavalier.

Die Erklärung der Erscheinung liegt in der Thatsache, dass zur Bildung der Jodstärke ausser Stärke und Jod auch noch ein Jodid gehört, welches aus dem Alkali des Glases und freiem Jod (nebst Jodat) erzeugt wird: $6 NaHO + 6 J = 5 NaJ + NaJO_3 + 3 H_2O$. (Vergl. F. Mylius, *Ber. d. D. Chem. Ges.* **20.** *S. 688.*)

dass das Glas alkalische Bestandtheile an Wasser abgiebt, sind alle Versuche, mit wässrigen Lösungen eine bequeme vergleichende Prüfung verschiedener Glassorten zu bewirken, als gescheitert zu betrachten; einerseits sind die Reaktionen zu wenig empfindlich, andererseits ist die Ausführung der Operationen zu schwierig, als dass sie sich für den vorliegenden Zweck allgemeiner einbürgern könnten.

I. Princip und Ausführung der Prüfung mit Eosin.

Das Princip der Methode gründet sich auf die Zersetzbarkeit des Glases durch Wasser in ätherischer Lösung. Durch Untersuchungen von Rieth[1]), Weber[2]) und mir[3]) ist erwiesen worden, dass das Glas die Fähigkeit besitzt, aus wasserhaltigem Aether Wasser anzuziehen.

Die Hygroskopicität des Glases ist durch seine Zersetzbarkeit bedingt; ein Stück Glas, in feuchtem Aether liegend, nimmt um so mehr Wasser auf, je schlechter es ist. Die dabei auftretende Menge Alkali kann als Maass der Zersetzung gelten. Die Menge des Alkalis kann kolorimetrisch gemessen werden, indem man es durch Eosin (eine Säure) in ein gefärbtes Salz überführt. Befindet sich das Eosin in ätherischer Lösung, so wird dieser dabei eine bestimmte Menge des Farbstoffs entzogen, auf dem Glase also eine Färbung erzeugt, welche der Menge des Alkalis äquivalent ist. Der Vorgang kann durch folgende Schemata anschaulich gemacht werden:[4])

$$\text{I.}\quad \underset{\text{Glas.}}{Na_2O\,(SiO_2)_x} + \underset{\text{Wasser.}}{H_2O} = \underset{\text{Alkali.}}{2\,NaHO} + \underset{\text{Kieselsäure.}}{x\,SiO_2},$$

$$\text{II.}\quad \underset{\text{Alkali.}}{2\,NaHO} + \underset{\text{Jod-Eosin.}}{C_{20}H_8J_4O_5} = \underset{\text{Eosinsalz.}}{C_{20}H_6Na_2J_4O_5} + \underset{\text{Wasser.}}{2\,H_2O}.$$

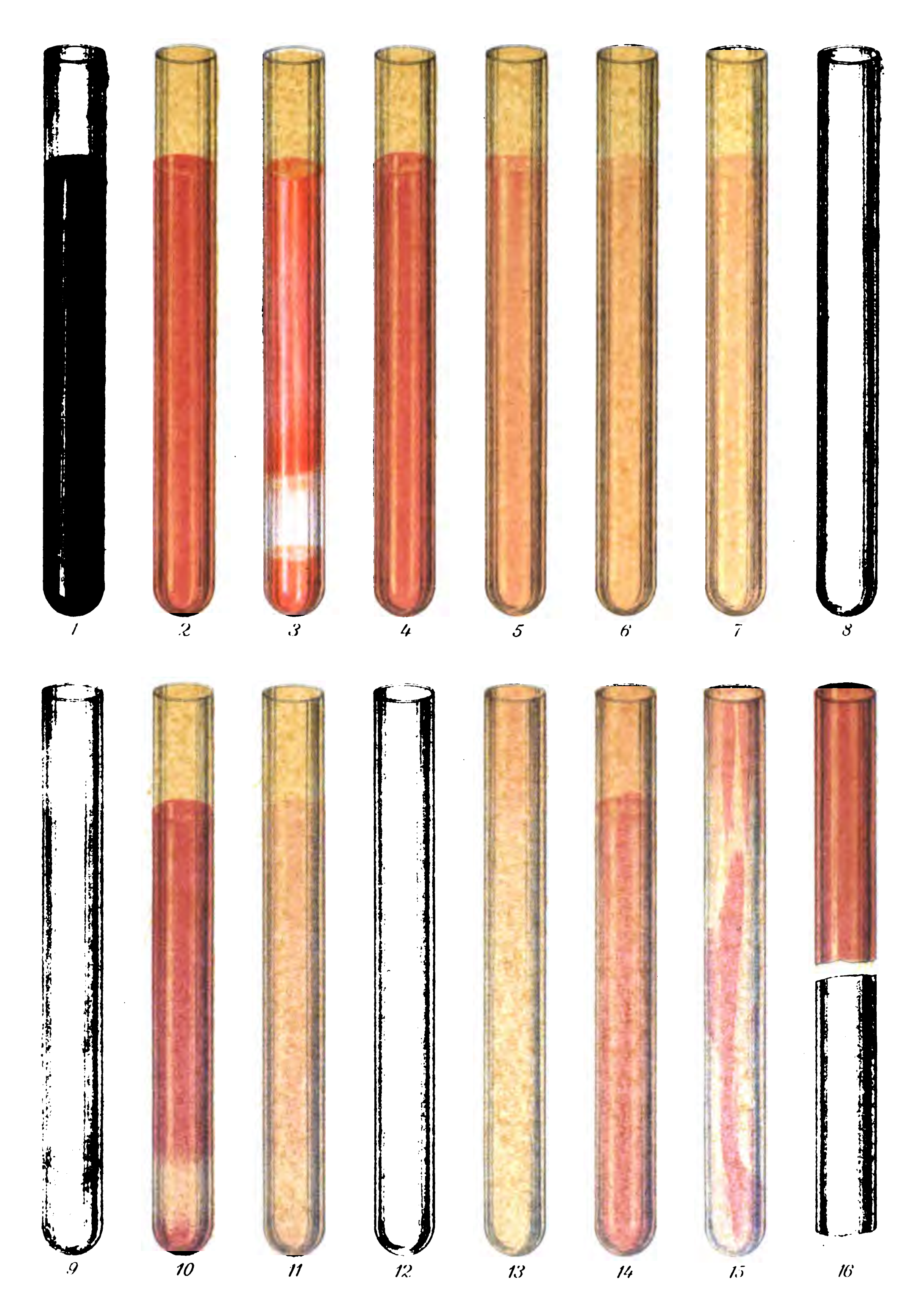
Man könnte, entsprechend diesen beiden Reaktionsphasen, die Prüfung des Glases so ausführen, dass man das Objekt zunächst 24 Stunden lang mit dem wasserhaltigen Aether in Berührung lässt, diese Flüssigkeit darauf entfernt und sie für einige Minuten durch ätherische Eosinlösung ersetzt. Von der Lösung wiederum getrennt, erscheint dann die Glasoberfläche mehr oder weniger stark roth gefärbt.

Aus Gründen der Zweckmässigkeit empfiehlt es sich aber, die beiden Operationen zu vereinigen und das Eosin dem wasserhaltigen Aether sogleich hinzuzufügen. Parallelversuche haben ergeben, dass in diesem Falle die Reaktion ein wenig stärker ist; offenbar wird durch das anwesende Eosin die Wirkung des Wassers etwas beschleunigt; die Unterschiede sind aber gering, und darum darf man im Wesentlichen auch den Vorgang auf die Hygroskopicität des Glases zurückführen, wenn man folgendermaassen verfährt.

Für die praktische Ausführung bedarf man einer eosinhaltigen Lösung von Wasser in Aether, welche mit grosser Leichtigkeit in stets gleicher Beschaffenheit zu erhalten ist. Zu dem Zweck wird käuflicher Aether bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser durch Schütteln gesättigt; man trennt die ätherische Schicht durch Abgiessen und löst darin auf je 100 *ccm* 0,1 *g* Jodeosin; die Lösung wird filtrirt und ist zum Gebrauche fertig; sie hält sich in verschlossenen Flaschen unbegrenzt lange in gutem Zustande. Jodeosin ist dem gewöhnlichen Bromeosin

---

[1]) Rieth, *Zeitschr. f. Vermessungswesen.* **16.** *S. 297.* — [2]) R. Weber, *Der Sprechsaal. 1888. S. 471. Centralzeit. f. Optik u. Mechan.* **9.** *S. 253.* — [3]) F. Mylius, *Diese Zeitschr. 1888. S. 267.* — [4]) Der Einfachheit halber ist in der Formel für das Glas auf die Oxyde der schweren Metalle keine Rücksicht genommen worden.



Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Lith. Anst. v. C. L. Keller in Berlin S.

wegen des schöneren Farbentons entschieden vorzuziehen.[1]) Das zu untersuchende Glas kann der hier vorgeschlagenen Prüfung in jeder Gestalt unterworfen werden; sind es kompakte Stücke, so bringt man es mit der Eosinlösung in weithalsigen verschliessbaren Gefässen zusammen; sind es hohle Geräthe, so giesst man die Lösung zweckmässig hinein und sorgt für guten Verschluss.

Jeder Glasgegenstand, dessen Oberfläche nicht zuvor gereinigt wurde, ist nach längerem Verweilen an der Luft mit einer Schicht von Verwitterungsprodukten, vorwiegend kohlensauren Alkalien, bedeckt. Es ist durchaus nothwendig, diese Schicht vor dem Versuche zu entfernen, wenn man nicht groben Täuschungen ausgesetzt sein will. Die Glasoberfläche muss daher sorgfältig mit Wasser, Alkohol und zuletzt mit Aether abgespült werden. Unmittelbar darauf ist sie, noch mit Aether benetzt, mit der Eosinlösung in Berührung zu bringen. Bei den von mir ausgeführten Versuchen betrug die Digestionsdauer etwa 24 Stunden; die Flüssigkeit wurde darauf entfernt, und der Glasgegenstand mit reinem Aether abgespült.

II. Die Färbung verschiedener Glassorten.

Eine Anzahl Handelssorten von Glas, aus den Hütten direkt bezogen, sind in Gestalt zugeschmolzener Röhren der Eosinprüfung unterworfen worden. In der beigefügten Farbentafel habe ich mich bemüht, die Farbentöne, welche mit einigen dieser Proben erhalten wurden, dem Leser vorzuführen. Die gefärbte Schicht erscheint dem Auge homogen; eine Tropfenbildung ist nicht erkennbar. Dies ist zu erwähnen, weil ich früher angegeben habe und auf's Neue bestätige, dass die durch wasserhaltigen Aether erzeugte (kieselsäurehaltige) Alkalilösung sich an schlechten Glasröhren sogleich in Tropfen absondert. Ist gleichzeitig eine Spur Eosin vorhanden, so werden die Tropfen dadurch deutlich roth gefärbt. Wenn die Menge des Eosins aber, wie im vorliegenden Falle, so bedeutend ist, dass eine vollkommene Neutralisation des hygroskopischen Alkalis vor sich geht, so werden Salze des Eosins erzeugt, welche zwar in Wasser löslich, jedoch nicht hygroskopisch und zerfliesslich sind; eine Absonderung von Tropfen unterbleibt dann, dafür treten bisweilen kleine Krystalle des Eosinsalzes auf.

Ein Blick auf die Tafel lässt in der Färbung der einzelnen Glasröhren sehr beträchtliche Unterschiede erkennen. Ich möchte aber sogleich der Vorstellung entgegentreten, als sei hier die Aufstellung einer Normalskale der Glassorten beabsichtigt, auf welche man sich für alle späteren Fälle beziehen könne. So lange es keine in stets gleicher Beschaffenheit zugänglichen Glastypen giebt, und so lange man es mit veränderlichen Oberflächen zu thun hat, wird eine derartige Skale nicht aufgestellt werden können; die Färbungen werden aber hoffentlich denjenigen, welche das besprochene Verfahren selbst versuchen wollen, als Beispiele einigen Anhalt gewähren.

Die Verwitterungseinflüsse bringen es mit sich, dass die mit Glasröhren derselben Sorte erhaltene Färbung bisweilen nicht die gleiche ist; ja es kommt vor, dass das eine Ende des Rohrs sich etwas anders verhält als das andere, je nach der Lage bei der Aufbewahrung und dem verschiedenen Angriff durch die Atmosphäre. Einer Methode der Oberflächenprüfung, welche diese Unterschiede dem Auge kenntlich macht, wird man den Vorzug der Empfindlichkeit nicht absprechen können.

[1]) Das Jodeosin wird z. B. von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in den Handel gebracht und ist auch von der Firma C. A. F. Kahlbaum in Berlin zu beziehen. Unter der Bezeichnung Eosin schlechthin erhält man häufig das Natronsalz, welches für den vorliegenden Zweck unbrauchbar ist.

Die Abbildung 1 der Tafel soll eine Vorstellung von der Färbung der ätherischen Eosinlösung geben; dieselbe ist orangegelb gefärbt, während die daraus erzeugte Salzschicht purpurroth erscheint.

Als Nr. 2 der Tafel findet man das bleihaltige Krystallglas aus Ehrenfeld. Dasselbe wird bei der Prüfung auffallend stark gefärbt, obwohl es an Wasser nicht viel lösliche Stoffe abgiebt. Der starke Angriff durch den wasserhaltigen Aether erklärt sich, wie ich glaube, aus dem Umstande, dass ausser dem Alkalisilikat auch das Bleisilikat an der Zersetzung theilnimmt, indem zunächst Bleihydrat sich bildet; dasselbe ist zwar in Wasser unlöslich, kann jedoch mit dem Eosin in Reaktion treten. In der That besteht die gefärbte Schicht zum Theil aus dem Bleisalz des Eosins. Man kann dasselbe leicht von den Alkalisalzen trennen, indem man das Rohr mit Wasser ausspült; während sich die letzteren darin auflösen, bleibt das unlösliche Bleisalz an der Glaswandung haften. Auch bei der Weber'schen Probe mit Salzsäure werden die Bleigläser auffallend stark angegriffen.

Bei den Kalkgläsern tritt eine Betheiligung des Calciumsilikats nicht oder in verschwindendem Maasse ein; die auf ihrer Oberfläche erzeugte Farbschicht ist daher in Wasser vollkommen löslich. Nr. 3 der Tafel bedeutet ein sehr weiches thüringer Glas. Während die Färbung der übrigen besseren Glassorten purpurroth und durchsichtig ist, erscheint die hier hervorgerufene fahlroth und matt; dies rührt davon her, dass die gefärbte Schicht aus unzähligen Krystallen des Eosinsalzes gebildet wird; man ist nicht im Stande, das schlechte Glas durch Abspülen mit Wasser vom anhaftenden Alkali zu befreien, weil dieses immer aufs Neue erzeugt wird; in Folge dessen wirkt die Eosinlösung sofort ein; das Glasrohr beschlägt schon in wenigen Augenblicken mit einer grün schillernden Schicht des eosinsauren Salzes im krystallisirten Zustande. An diesem Verhalten sind die besonders schlechten Glassorten leicht erkennbar.

An derartigen Glasröhren bemerkt man oberhalb des zugeschmolzenen Endes gewöhnlich eine Zone, welche vom Farbstoff fast ganz frei bleibt. Diese Erscheinung, welche in geringerem Grade auch bei besseren Glassorten bisweilen beobachtet wird, soll weiter unten ihre Erklärung finden.

Man ist mit Recht bestrebt, den Gebrauch der schlechten leichtflüssigen thüringer Glassorten möglichst einzuschränken. Das von Tittel & Co. in Geiersthal hergestellte Glas (Nr. 4 der Tafel) gehört schon zu den weniger leichtflüssigen Sorten, welche für die Zwecke des Glasbläsers verwerthet werden können. Die starke Färbung, welche man bei der Prüfung mit Eosinlösung erhält, zeigt aber, dass es gegen die Einflüsse der Atmosphäre nicht sehr widerstandsfähig ist.

Die schwerer schmelzbaren Gläser, gewöhnlich als harte bezeichnet, wie sie z. B. von Greiner & Friedrichs in Stützerbach, ferner von Warmbrunn, Quilitz & Co., sowie von Schilling in Gehlberg hergestellt werden, färben sich mit der Eosinlösung gewöhnlich so, wie es Nr. 6 der Tafel zeigt. Die Erzeugnisse ein und derselben Hütte sind aber nicht immer gleich; bisweilen erhält man Röhren, deren Oberfläche eine der Fig. 5 entsprechende Färbung annimmt.

Das in immer gleicher Beschaffenheit zugängliche Jenaer Thermometerglas 16III zeigt bei der Prüfung gegen andere harte Glassorten keinen wesentlichen Unterschied; die von mir beobachtete Färbung entspricht ungefähr der Fig. 7 der Tafel.

Alle genannten Glassorten werden in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen wasserhaltigen Aether von dem böhmischen Glase aus der Hütte von Kavalier übertroffen, welches sich, wie Nr. 8 zeigen soll, kaum noch mit Eosinlösung färbt. Auch die

guten Sorten Flaschenglas und Fensterglas[1]) werden von der Eosinlösung nur sehr wenig gefärbt, namentlich wenn ihre Oberfläche durch längeren Gebrauch schon verändert worden ist.

Hervorzuheben ist, dass die Prüfung der verschiedenen Glassorten nach der Methode von Weber in dem gleichen Sinne verläuft wie die Prüfung mit Eosinlösung; beide Methoden führen zu der gleichen Beurtheilung des Glases.

III. Veränderungen der Oberfläche.

Weiter oben wurde der eigenthümlichen, von Farbstoff freien Zone gedacht, welche man häufig bei der Prüfung eines Glasrohrs oberhalb des zugeschmolzenen Endes wahrnimmt. Die Bildung dieser Zone erklärt sich durch eine Verwitterungserscheinung. Wenn man die schlechteren verwitterten Glassorten mit Wasser von den anhaftenden Alkalisalzen befreit, so hinterbleibt eine mehr oder weniger dünne Schicht von Kieselsäure (nebst Calciumsilikat), welche, am Glase haftend, für Wasser durchdringlich ist und demgemäss seine Einwirkung auf die Substanz des Glases nicht hindert. Wird diese Schicht jedoch auf 300 bis 400° erhitzt, so wird sie für das Wasser undurchlässig und schützt das Glas vor der Einwirkung desselben. An dem erweichten Ende des Rohrs aber findet eine Auflösung dieser Schicht statt, und die Glasmasse kann wieder auf Wasser wirken. Mithin erscheint die isolirende Schicht hier als eine Zone.

Die umgekehrte Erscheinung ergab folgender Versuch. Ein Stück gutes Glasrohr (Thermometerglas 18 aus Jena) wurde, ohne es abzuspülen, am Ende zugeschmolzen, dann wie gewöhnlich mit Wasser, Alkohol und Aether gereinigt und mit der Eosinlösung gefüllt. Hier zeigte sich nach der Entfernung der Flüssigkeit an der Stelle, welche sonst der farblosen Zone entspricht, ein intensiv gefärbter Ring, wie ihn Nr. 9 der Farbentafel andeutet. Die Erklärung dafür ist leicht gegeben. An der gefärbten Stelle sind die Alkalien, deren Carbonate als Verwitterungsprodukt das Glasrohr bedeckten, beim Erhitzen angeschmolzen, so dass sie durch Wasser nicht abgespült werden konnten wie an den übrigen Theilen des Rohrs. An dem Ende selbst sind sie in dem Glasfluss gelöst worden.

Es wurde gemäss dieser Beobachtungen mit Erfolg versucht, längeren Glasröhren aus schlechtestem thüringer Glase eine widerstandsfähige Oberfläche zu geben. Zu diesem Zweck wurden sie zunächst mit kaltem Wasser behandelt. Dabei zeigte es sich, dass auch eine Monate lang andauernde Berührung mit Wasser nicht ausreichte, die Oberfläche des Glases für chemische Einflüsse unangreifbar zu machen. Nr. 10 zeigt ein solches Rohr, welches nach einer 26 tägigen Berührung mit kaltem Wasser durch Eosinlösung geprüft wurde. Während dabei zunächst keine Färbung auftrat, war die nach 24 Stunden beobachtete Farbenintensität mindestens ebenso gross wie bei dem nicht mit Wasser behandelten Glase. Auch eine 30 Tage lang andauernde Behandlung mit kalter verdünnter Salpetersäure schützt nicht vor dem Angriff des Wassers, wie Nr. 11 der Tafel zeigt, obwohl eine günstige Wirkung der Säure hier nicht zu verkennen ist. Wenn man aber das mit Wasser behandelte Rohr eine Stunde lang in einem Luftbade auf 300 bis 400° erhitzt und es darauf mit der Eosinlösung untersucht, so erscheint nach 24 stündiger Einwirkung das Glasrohr so farblos wie Nr. 12 der Tafel, d. h. es ist gegen Wasser widerstandsfähiger als das beste böhmische Glas. Die günstige Veränderung der Oberfläche durch das

[1]) Das Fensterglas verhält sich viel günstiger, als es nach den in meiner früheren Mittheilung gegebenen Zahlen scheinen muss; die dort angegebenen Zahlen sind zu hoch.

Erhitzen ist mit einem Gewichtsverlust verbunden, welcher offenbar durch den Austritt des anfänglich mit der Kieselsäureschicht vereinigten Wassers veranlasst wird[1]). Ein längeres Verweilen über Schwefelsäure oder ein Erhitzen auf 100° ist von kaum bemerkbarem Einfluss, während eine Steigerung der Temperatur auf 200° die Durchlässigkeit der Schicht schon erheblich vermindert. Die dicht gewordene, nun isolirende Kieselsäureschicht gewährt, wie es scheint, einen dauernden Schutz für das Glas, wenigstens trat auch bei einer monatlangen Einwirkung der Eosinlösung nicht die Spur einer Rothfärbung ein, während in gewöhnlichen Glasröhren die Intensität der Färbung mit der Dauer der Digestion wächst. Eine Färbung trat auch nicht ein, als das vorher erhitzte Rohr zwei Tage lang mit kaltem Wasser in Berührung blieb und dann aufs Neue geprüft wurde.

Wie die vorstehenden Beobachtungen lehren, hat man es hier mit derjenigen Aufnahme von Wasser durch das Glas zu thun, welche Warburg[2]) die permanente Wasserschicht nennt, weil es zu ihrer Entfernung, wie er in Gemeinschaft mit Kundt[3]) gefunden hat, und wie von Bunsen[4]) eingehend erörtert worden ist, einer hohen Temperatur bedarf, während als temporäre Wasserhaut der bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum verdampfbare Antheil des aufgenommenen Wassers bezeichnet wird.

Die besseren Sorten von Glas können durch mehrtägige Behandlung mit kaltem Wasser oder kalter verdünnter Salzsäure (andere verdünnte Säuren erweisen sich von ähnlicher Wirkung) mit einer Oberfläche versehen werden, welche durch 24stündige Einwirkung der Eosinlösung nicht gefärbt wird. Bei längerer Wirkung der Eosinlösung tritt jedoch häufig die Rothfärbung ein, als Zeichen, dass der Auslaugeprocess nicht beendet worden war, und dass die Zersetzung des Glases fortschreitet. Ein Erhitzen hat hier nicht die überraschende Wirkung wie bei schlechterem Glase, vermuthlich weil die erzeugte Kieselsäureschicht weniger dick ist.

In Uebereinstimmung mit Warburg's Versuchen hat es sich gezeigt, dass ein kurzes, etwa 5 Minuten dauerndes Kochen besserer Glassorten mit Wasser die Oberfläche wesentlich alkaliärmer macht. Die Prüfung der so behandelten Röhren mit Eosinlösung ergab bei härteren Glassorten keine Färbung. Bei Röhren mittlerer Beschaffenheit, wie bei dem Glase von Tittel & Co., war es auch durch eine längere Einwirkung des siedenden Wassers nicht zu erreichen, dass das Glas dem Angriff der Eosinlösung völlig widerstand, ganz im Sinne von Emmerling. Dieser fand[5]), dass die Gewichtsabnahme beim Kochen des Glases mit Wasser bei längerer Dauer der Zeit proportional war, während sie sich zu Anfang verhältnissmässig grösser zeigte; ein Rohr, welches eine Viertelstunde lang mit Wasser gekocht worden war, nahm dieselbe Farbenintensität an wie ein solches, bei dem die Digestionsdauer drei Stunden betrug.

Bei den schlechtesten, leichtflüssigen Sorten war eine günstige Wirkung der Behandlung mit heissem Wasser kaum zu bemerken. Derartige Röhren, welche 50 Stunden lang der Wirkung siedenden Wassers ausgesetzt waren, nahmen mit der Eosinlösung sofort eine intensive Färbung an; erst nach hundertstündiger Wirkung des heissen Wassers und erneuter Prüfung zeigte sich die Färbung ein wenig geringer. Die Oberfläche des Glases erschien noch vollkommen spiegelnd, ein Erhitzen des Rohrs auf 300° hatte aber zur Folge, dass sich die angegriffene Rinde in schmalen parallelen Ringen von dem Glase abschälte.

---

[1]) Herr Dr. O. Schott in Jena hat nach freundlicher Mittheilung schon früher zahlreiche Versuche in dieser Richtung angestellt, die demnächst in dies. Zeitschr. veröffentlicht werden. — [2]) Warburg u. Ihmori, *Wiedem. Ann.* **27.** *S. 481.* — [3]) Kundt, u. Warburg *Poggend. Ann.* **156.** *S. 201.* — [4]) Bunsen, *Wiedem. Ann.* **24.** *S. 321.* — [5]) Emmerling, *Liebig's Ann.* **74.** *S. 257.*

Als das beste Mittel, Glasröhren mit einer Kieselsäureschicht zu überziehen, ist von Warburg[1]) die Elektrolyse erkannt worden. Figur 13 der Tafel zeigt ein derartig verändertes Glasrohr nach der Prüfung mit Eosinlösung. Behufs Herstellung der Kieselsäureschicht wurde das Rohr mit Quecksilber gefüllt, und letzteres mit der Anode verbunden, während das kathodische Quecksilber das Rohr umgab. Ein Strom von 65 Volt wurde bei 300° eine Stunde lang durch das Glas geleitet, und darauf das Rohr der Eosinprüfung unterworfen. Der elektrolysirte Theil des Rohrs blieb dabei von der Färbung vollkommen frei, während das Rohr im Uebrigen deutlich roth gefärbt wurde.

Interessant war die Umkehrung des Versuches. Wurde die Elektrolyse vorgenommen, nachdem das innere Quecksilber mit der Kathode, das äussere mit der Anode in Verbindung gesetzt worden war, so zeigte sich bei der Prüfung des Rohres die umgekehrte Erscheinung, der ehemalige Stand des Quecksilbers im Innern des Rohres wurde durch eine starke Rothfärbung bezeichnet, während der übrige Theil sehr blass gefärbt war. Es scheint daher, als werde die Glasschicht an der Kathode durch die Elektrolyse alkalireicher gemacht. Nr. 14 der Tafel soll diesen umgekehrten Fall zur Anschauung bringen.

Für viele Zwecke wünscht man zu wissen, ob die Oberflächenschicht eines mit der Pfeife gearbeiteten Glaskörpers dieselbe Beschaffenheit hat als seine innere Masse, oder ob man, ähnlich wie bei gegossenen Metallgegenständen, auch hier von einer „Gusshaut" zu sprechen hat. Die Ansichten scheinen hierüber noch nicht völlig geklärt zu sein; einige von mir angestellte Versuche sprechen für die Existenz einer solchen widerstandsfähigeren Schicht. Härtere, möglichst wenig verwitterte Glasröhren wurden im Innern unter Anwendung von Schmirgel und Oel ausgeschliffen und dann zugleich mit entsprechenden ungeschliffenen Röhren der Eosinprobe unterworfen. In jedem Falle war die im geschliffenen Rohre eintretende Farbenintensität beträchtlich grösser als in den Röhren mit der ursprünglichen Oberfläche. Um von diesen Unterschieden eine Vorstellung zu geben, ist ein etwas unregelmässiges Stück Thermometerrohr im Innern angeschliffen, in üblicher Weise gereinigt und dann geprüft worden. Wie Nr. 15 der Tafel zeigt, sind die geschliffenen Stellen durch eine starke Rothfärbung bezeichnet, während im Uebrigen die Färbung sehr schwach ist. Da man hier der Rauhheit der Flächen einigen Einfluss auf die stärkere Aufnahme des Farbstoffs zuschreiben könnte, so wurden auch zwei Parallelversuche, einerseits mit einem ungeschliffenen, andererseits mit einem geschliffenen und sodann glatt polirten Stück des gleichen Rohres, gemacht. Die dabei erhaltenen Färbungen entsprachen der Nr. 16; das helle Stück trägt die ursprüngliche, das dunkle die polirte Oberfläche. Obwohl diese Versuche die Existenz einer relativ alkaliarmen widerstandsfähigen Oberfläche an Glasröhren fast zweifellos erscheinen lassen, sind sie doch mit frisch gezogenen Rohren zu wiederholen, um dem Einwande zu begegnen, als habe die Verwitterung des Glases die beobachteten Unterschiede verursacht.

Zum Schlusse unterlasse ich nicht, hervorzuheben, dass Herr Dr. F. Foerster sich an der Ausführung der vorstehenden Versuche in sehr wirksamer und dankenswerther Weise betheiligt hat.

Charlottenburg, den 9. Januar 1889.

---

[1]) E. Warburg, *Wiedemann's Ann.* **21.** *S. 622.*

Ueber die Stellung der Kinematik zur Instrumentenkunde.

Von
W. Hartmann, Königl. Regierungsbaumeister, Privatdocent an der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin.

(Fortsetzung.)

Es wurde bisher stillschweigend vorausgesetzt, dass die gegenseitige Stützung der zu einem Elementenpaare vereinigten kinematischen Elemente, aus deren geeigneter Verbindung die kinematischen Ketten entstehen, vollständig stattfinde, d. h. dass jedes der im Paare vereinigten Elemente vermöge seiner Widerstandsfähigkeit und der ihm verliehenen Form das andere zwangläufig umhülle. Diese Voraussetzung braucht aber nicht überall vollständig erfüllt zu sein, ohne dass der Zwanglauf, d. i. die bestimmt vorgeschriebene Relativbewegung beeinträchtigt würde, z. B. dann nicht, wenn in einem Elementenpaare Kräfte von einer gewissen Richtung überhaupt nicht auftreten. Ein ganz bestimmtes Beispiel liefert hierfür den Beleg. Bei den Zapfen der schweren Wasserräder wird häufig nur der untere Theil des Lagers ausgeführt und die obere Lagerschale ganz unausgeführt gelassen. Die Kreisbewegung des Wasserrades findet trotzdem mit völliger Sicherheit statt, weil nämlich das bedeutende Gewicht des Rades jeder senkrecht nach oben wirkenden störenden Kraft ohne Weiteres entgegenwirkt. Die Räder der Eisenbahnfahrzeuge werden in derselben Weise stets durch das beträchtliche Gewicht der Wagen auf die Schienen gedrückt, d. h. mit diesen gepaart, und es bedarf einer nicht unbeträchtlichen Störungskraft, um das Aussetzen eines Eisenbahnwaggons zu veranlassen. Derartige Beispiele liessen sich noch in grosser Zahl anführen. Offenbar steht man hier vor einem Princip. Dieses ist von Reuleaux zuerst aufgedeckt; es besteht darin, dass eine äussere Kraft den Schluss eines solchen Paares und damit indirekt der kinematischen Kette herbeiführt. Dem Paarschluss der Elemente steht also der Kraftschluss gegenüber. Wie das Beispiel der Eisenbahnen zeigt, hat der Kraftschluss unter Umständen volle Berechtigung, ja derselbe ist die ältere Methode der Schliessung kinematischer Elementenpaare. Geht man genauer auf die ersten Anfänge der Maschine ein, so zeigt sich ganz deutlich, dass der Kraftschluss eine ganz bedeutende Rolle in der Entwicklungsgeschichte derselben spielt. Bis zum Anfange unseres Jahrhunderts war der Kraftschluss das fast ausschliesslich angewendete Mittel, die Elementenpaare in den Maschinen zu schliessen; erst mit der verfeinerten Auffassung des Maschinenwesens, d. h. mit dem Auftreten der jetzigen Technik verschwindet er mehr und mehr, und dieses Verdrängen des Kraftschlusses vollzieht sich in allen Maschinen mit solcher Folgerichtigkeit, dass Reuleaux das kinematische Princip in der Vervollkommnung der Maschine dahin zusammenfassen konnte, dass dasselbe „in der abnehmenden Verwendung des Kraftschlusses bei zunehmender Ersetzung desselben durch den Paarschluss und den Schluss der sich dabei bildenden kinematischen Kette“ zu suchen ist.

Die bisher vorgeführte Methode der kinematischen Behandlung des Maschinenproblems wird erweitert durch die Möglichkeit, dass im getrieblichen Aufbau einer kinematischen Kette unter Umständen ganze Glieder der Kette fortgelassen werden können, ohne dass die beabsichtigte Relativbewegung eines bestimmten Gliedes gegen ein anderes beeinträchtigt wird. Die systematische Aufsuchung der dadurch entstehenden kinematischen Ketten ist das von Reuleaux aufgestellte Princip der Wegminderung kinematischer Glieder oder der Verminderung der Ketten. Es soll später am Beispiel gezeigt werden, welche Vortheile durch das Wegmindern kine-

matischer Glieder entstehen können, dagegen auch, welche Schwierigkeiten eine verminderte kinematische Kette unter Umständen der richtigen Auffassung ihres Inhaltes entgegenstellt.

Die Umformung einzelner Elemente oder Glieder der kinematischen Ketten geschieht ebenfalls nach streng geregelter Methode; so werden beispielsweise die Elemente durch die sogenannte Paarerweiterung allmälig in Formen übergeführt, welche die äussere Gestalt der kinematischen Kette wesentlich beeinflussen.

Die vorgeführten Methoden leisten bereits beträchtliche Dienste, wenn es sich um das Aufsuchen neuer Mechanismen oder auch selbst neuer kinematischer Ketten handelt. „Wichtiger aber als das Schaffen neuer Mechanismen ist und bleibt das gründliche Verstehen der alten," heisst es bei Reuleaux[1]). Wie wenig die bisherige Anschauungsweise in das Wesen der Mechanismen eingedrungen ist, zeigt sich recht deutlich, wenn man die Untersuchung irgend einer Mechanismengruppe nach den kinematischen Methoden vornimmt. Nach Reuleaux giebt es zwei Wege, welche hierbei zum Ziele führen: die kinematische Analyse und die kinematische Synthese.

Die Analysirung einer kinematischen Vorrichtung als solcher besteht in der Zerlegung derselben in diejenigen Theile, welche kinematisch als Elemente anzusehen sind, und in der Feststellung der Ordnung, in welcher dieselben zu Elementenpaaren und kinematischen Ketten zusammentreten. Im weiteren Sinne auf ganze Maschinen und Maschinenanlagen angewendet, übernimmt die kinematische Analyse die Aufgabe, nachzuweisen, aus welchen Mechanismen, beziehungsweise Mechanismengruppen die einzelne Maschine oder die Verbindung mehrerer zu Maschinenanlagen besteht. Die hierbei sich ergebenden Thatsachen leiten ohne Weiteres dazu über, das Bildungsgesetz der untersuchten Mechanismengruppe aufzustellen, d. h. mit anderen Worten, den Mechanismus synthetisch zu entwickeln.

Die kinematische Synthese hat also die Aufgabe, diejenigen Elementenpaare, Ketten und Mechanismen anzugeben, durch deren geeignete Verbindung sich ein Bewegungszwang von gegebener Art verwirklichen lässt. Es ist dieses die letzte aber auch schwierigste Aufgabe, welche die Kinematik zu lösen hat; erleichtert wird sie einmal, wie schon hervorgehoben, durch das Aufdecken des Gedankenganges, welcher zu den schon bestehenden Mechanismen führt und wozu die kinematische Analyse den Schlüssel liefert, sodann durch die eigenthümliche, von Reuleaux in den letzten Jahren aufgedeckte (noch nicht veröffentlichte) Thatsache, dass sich, so verschieden auch die Anforderungen sein mögen, welche man an einen Mechanismus stellt, trotzdem vier ganz bestimmte, wenn auch nicht vollkommen scharf getrennte, so doch deutlich von einander verschiedene Wege angeben lassen, auf welchen dies planmässige Suchen nach geeigneten Mechanismen bezw. geeigneten Formen bestehender Mechanismen stattfinden kann. Jede Maschine, jeder Mechanismus in der Maschine und endlich jedes Element in einem Mechanismus hat eine ganz bestimmte Aufgabe zu erfüllen, einem ganz bestimmten Zwecke zu dienen. Die Aufsuchung der verschiedenen Zweckbestimmungen, sowohl für die Maschinen, als auch für die Mechanismen und deren Elemente ist die neueste Errungenschaft, welche, wie später an Beispielen gezeigt werden soll, selbst in verwickelten Fällen vollkommene Klarheit zu schaffen vermag.

Eine grosse Fülle machinaler Probleme ist dadurch zu kennzeichnen, dass es bei diesen nur darauf ankommt, irgend welche Elementenpaare, Mechanismen oder

---

[1]) Theor. Kinematik. S. 26.

Maschinen anzugeben, welche die Führung eines Punktes, einer Fläche oder eines ganzen Körpers in einer ganz bestimmt vorgeschriebenen Reihe auf einander folgender Lagen, also in einer bestimmten Bahn, übernehmen. Hierbei soll es vollkommen gleichgiltig sein, in welchem Verhältniss die Relativbewegungen des führenden Elementes oder der Glieder des führenden Mechanismus zu einander vor sich gehen, wenn nur, worauf es ankommt, die vorgeschriebene Bahn wirklich von dem geführten Punkte, der Fläche oder dem Körper durchlaufen wird. Die Bahn kann dabei entweder eine Raumkurve oder eine ebene Kurve und im letzteren Falle eine gerade Linie (Geradführungen), ein Kreisbogen, eine Ellipse oder irgend eine beliebige Kurve sein, sie mag in der Luft, auf einer beliebigen körperlichen Fläche oder einer Ebene liegen, stets handelt es sich nur darum, dass die Bewegung so geleitet wird, dass die bestimmt angenommene oder durch die Bedingungen der Aufgabe gegebene Bahn überhaupt beschrieben werde. Reuleaux nennt diese erste Zweckbestimmung: die Leitung der Bewegung oder kürzer die Leitung. — Beispiele für die Leitung finden sich im Gebiete der Instrumentenkunde ungemein zahlreich. Die Reissschiene, der Zirkel, die Ellipsographen, die Kurvenzeichner, Planimeter, Integraphen, Storchschnabel, Indikatoren, Heliostaten und sonstige physikalische und mathematische Instrumente lassen erkennen, dass die Instrumentenkunde eine gewaltige Menge von Aufgaben der ersten Gruppe enthält.

Eine zweite Gruppe machinaler Probleme ist dadurch gekennzeichnet, dass es bei diesen nicht nur darauf ankommt, die Bewegung in bestimmt vorgeschriebener Bahn zu leiten, sondern dass auch gleichzeitig die Bewegungen der einzelnen Glieder des Mechanismus in einer bestimmten Zeitfolge vor sich gehen, oder dass, falls die Zeit bei der Betrachtung ausgeschlossen bleiben soll, was in vielen Fällen angeht, ein bestimmt vorgeschriebenes Verhältniss zwischen den Relativbewegungen der einzelnen Glieder des Mechanismus erzielt werden soll. Da es also hierbei darauf ankommt, dass die Bewegung, welche in ein Glied eines Mechanismus eingeleitet wird, in bestimmter Weise auf die anderen Glieder übertragen werden soll, so bezeichnet Reuleaux diese zweite Zweckbestimmung als die Uebertragung der Bewegung oder, da man im allgemeinen Maschinenbau auch sagt, dass das eine Glied von dem anderen getrieben oder umgetrieben wird, (ich erinnere an die Räderwerke), kürzer als die Treibung. — Beispiele für die Treibung finden sich im Gebiete der Instrumentenkunde ebenfalls in grosser Zahl. Zunächst sind hier zu nennen: die Uhren, die astronomischen eingeschlossen, die Planetarien, die Solarien, die Zählwerke, Rechenmaschinen und wenn man weiter greift, die drehbaren Riesenfernröhre der Sternwarten (vgl. z. B. die Lick-Sternwarte. *Engineering.* ***46.*** *S. 1,* wo eine ganze Maschinenanlage in den Bereich der Instrumentenkunde tritt), die Instrumente zum Messen der Wasser- und Wind-Geschwindigkeit u. s. w.

Die Kennzeichnung der dritten Gruppe kinematischer Probleme möchte ich an einigen Beispielen vornehmen. Das Schwungrad einer Dampfmaschine hat bekanntlich den Zweck, die Ungleichförmigkeiten in der Bewegung der Kurbelwelle, welche im Laufe einer Umdrehung eintreten, möglichst auszugleichen. Bekanntlich gelingt dieses nicht vollständig; man ist sehr zufrieden, wenn man den Ungleichförmigkeitsgrad, d. h. das Verhältniss des Unterschiedes zwischen der grössten und kleinsten zur mittleren Umfangsgeschwindigkeit auf etwa 1 : 100 gebracht hat. Das Schwungrad hat dabei den Zweck, in derjenigen Periode eines Umlaufes, wo mehr Arbeit von der Dampfmaschine geleistet wird, als die Schwungradwelle abgiebt, diesen Ueberfluss in der Form von sogenannter lebendiger Kraft (d. i. in bewegter

Masse aufgespeicherter Arbeit) in sich aufzunehmen und dann wieder abzugeben, wenn mehr Arbeit von der Schwungradwelle geleistet werden soll, als vom Dampfe momentan verrichtet wird. Das Schwungrad hat also die überschüssige Arbeit in sich aufzunehmen, zu halten und später wieder abzugeben. Einem ähnlichen Zwecke dient das Pendel der Uhr; auch dieses empfängt eine gewisse Menge lebendiger Kraft vom Triebwerke der Uhr, speichert sie auf und überwindet damit die schädlichen Reibungen, Luftwiderstand u. s. w. In den Geschützen ferner wird den Geschossen eine Arbeitsmenge mit auf den Weg gegeben, welche im Augenblicke des Aufprallens als Zerstörungsarbeit frei wird. In allen drei Fällen, denen sich noch zahlreiche anreihen liessen, wird dem Gliede oder Elemente eine gewisse Arbeit übergeben, welche es festhält, um sie später abgeben zu können. Wenn man den Ursprung der Arbeit ausser Acht lässt, kann man auch die bewegten Massen als Träger von Kräften ansehen, so dass sie sich dann als Kraftspeicher bezeichnen liessen. Gespannte Federn, aufgezogene Gewichte, gespannte Luft, angesammelte Elektricität (Leidener Flasche, elektrische Akkumulatoren) schliessen sich den vorigen ohne Weiteres an.

Die Kraft ist ohne Stoff nicht denkbar, die Kraftspeicher müssen daher auch zugleich Stoffspeicher sein, doch kann je nach der Art des beabsichtigten Zweckes bald der Stoff, bald die Kraft in den Vordergrund der Betrachtung treten. Stoffspeicher sind zum Beispiel die grossen Wasserhaltungen für Schleusentreppen, aufgewickelte Bänder oder Fäden, wie solche in den Maschinen für Spinnerei und Weberei vorkommen u. s. w. Kraft- und Stoffhalter sind die Dampfkessel, die Akkumulatoren für gespannte Luft, gespanntes Wasser und Elektricität u. s. w. Die Zweckbestimmung der genannten machinalen Gebilde ist in jedem Falle das Ansammeln und Festhalten von Kraft oder Stoff bezw. Kraft und Stoff. Reuleaux bezeichnet diese Zweckbestimmung als Haltung. (Der Name ist von den Wasserhaltungen hergenommen.)

Die vierte Gruppe ist in einfacher Weise zu kennzeichnen. Obgleich sie noch vollständig in das Gebiet der Kinematik gehört, leitet sie über zur Technologie. Die Herstellung der einzelnen Theile einer Maschine oder eines Instrumentes erfordert Vorrichtungen von besonderer Beschaffenheit an den kinematischen Gebilden. Die Herstellung einer Schraube z. B. mit Hilfe einer Schneidkluppe geschieht in der Weise, dass das anzufertigende Element, die Vollschraube, direkt durch sein Partner-Element, die Schraubenmutter (welche in den Schneidbacken vorliegt) geformt wird. Die Zahnlücken eines Zahnrades werden häufig mit einem einzelnen rotirenden Zahne oder jetzt meist mit einer Fräse hergestellt; auch hier formt ein Element das andere. Die Ellipsendrehbänke oder allgemein die Passigdrehbänke, welche beliebig profilirte Körper herstellen, die Kurvensupporte, Kopirmaschinen u. s. w. zeigen durch ihre Zusammenstellung schon an, dass hier eine gemeinsame Zweckbestimmung vorliegt, und diese bezeichnet Reuleaux als die Formung oder Gestaltung.

Nach den vier genannten Zweckbestimmungen der Leitung, Treibung, Haltung und Gestaltung lassen sich also die von der Kinematik zu lösenden Aufgaben trennen. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass bei einem zu lösenden machinalen Probleme alle vier Zweckbestimmungen der Reihe nach oder zugleich berücksichtigt werden müssen, oder dass mehrere in den Vordergrund, andere zurück treten. Indem man aber bei jedem Schritte, welcher zur Lösung einer Aufgabe gethan wird, sich klar macht, um welche Zweckbestimmung es sich dabei handelt, und indem man sich in dem betreffenden Lösungsgebiete nach ähnlichen gelösten

Problemen umsieht, erhält man eine Methode, welche dem unsicheren Umhertasten ein Ende macht, welche an die Stelle des aufregenden Suchens und zufälligen Findens ein planmässiges Forschen und bewusstes Erfinden setzt. Es soll hiermit nicht gesagt sein, dass der hauptsächliche Zweck der Kinematik im Erfinden neuer Mechanismen zu suchen sei; ich mache vielmehr, um Missdeutungen vorzubeugen, nochmals auf den Ausspruch Reuleaux': „Wichtiger als das Schaffen neuer Mechanismen ist und bleibt das gründliche Verstehen der alten“ in dieser Beziehung aufmerksam. Die vorhin bei den einzelnen Zweckbestimmungen angeführten Beispiele lassen zur Genüge erkennen, dass die Instrumentenkunde eine grosse Fülle kinematischer Probleme einschliesst, welche, da sie wesentlich zur Bereicherung der Kinematik beitragen, auch zum grossen Theil bereits sorgfältig untersucht worden sind; umgekehrt dürften daher die Resultate der kinematischen Forschuug auch den Verfertigern der Instrumente und den Instrumentenkundigen bei ihren Arbeiten von Vortheil sein. Wie dies geschehen kann, soll in der Folge an einzelnen Beispielen und Instrumentengruppen gezeigt werden.

Ein neues Prismenkreuz.

Von

Prof. Dr. **C. Bohn** in Aschaffenburg.

Der Erfinder des Prismenkreuzes hatte anfangs nur die Benutzung der durch einmalige Spiegelung entstehenden (beweglichen) Bilder empfohlen (Bauernfeind, *Elemente der Vermessungskunde. 2. Auflage (1862), § 107*), später (*4. Auflage (1873), § 121*) ausserdem die Verwendung der durch zwei Spiegelungen hervorgebrachten (festen) Bilder. Hätte ich das früher bemerkt, so hätte ich die Einleitung zu der kleinen Abhandlung „Ueber Winkelprismen und ihren Gebrauch zur Einschaltung von Punkten in eine Gerade“ (*in dieser Zeitschr. 1888. S. 359*) ersparen können[1]). Bauernfeind empfiehlt die „neuere Konstruktion“ hauptsächlich, weil zugleich der Fusspunkt der von einem äusseren Punkte gezogenen Normalen ermittelt werden könne; diesen Vortheil schätze ich zu gering, um die Nachtheile der neuen gegen die alte Gebrauchsweise aufzuwiegen. Einen dieser Nachtheile habe ich in der angeführten Abhandlung angedeutet. Es ist ferner zu beachten, dass, genau genommen, die zwei Zeichen, deren feste Bilder in derselben Richtung erblickt werden (wie bei Porro's Allineator), nach dem Instrumente Parallelstrahlen senden, welche um etwas weniger als Hypotenusenlänge von einander abstehen. Desshalb ist theoretisch die Lage eines Punktes auf der Geraden zwischen den zwei Zeichen gegen das Instrument noch nicht bestimmt; sie hängt ab von den Entfernungen der Zeichen u. s. w., aber allerdings ist praktisch genommen die Lothrechte der Instrumentenmitte genügend genau auf der fraglichen Geraden. Auch der Normalenfusspunkt ist nur praktisch genügend, theoretisch aber ungenügend bestimmt.

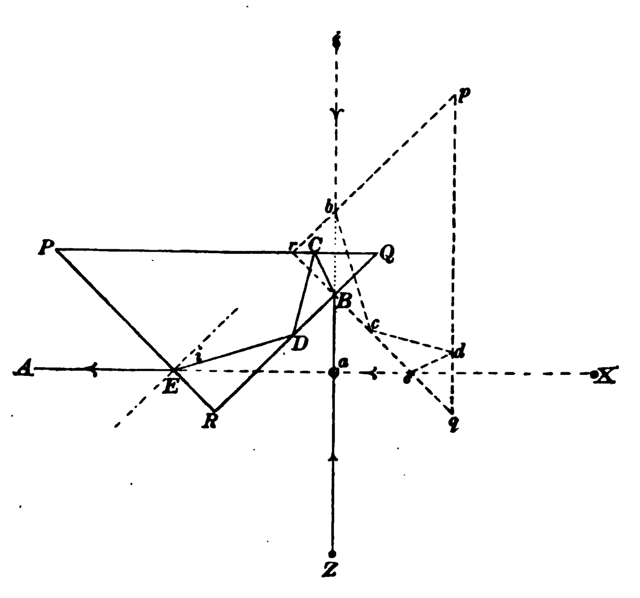
Durch nachfolgende Anordnung zweier gleicher rechtwinklig-gleichschenklig-dreiseitiger Prismen verschwindet jede, auch die geringste Unsicherheit über die Lage der in die Gerade eingerichteten Punkte und des Fusspunkts der Normalen. Bei der in voriger Abhandlung beschriebenen Parallelstellung der Prismen übereinander

---

[1]) Berichtigend habe ich zu dieser Abhandlung zu bemerken: die angegebene Möglichkeit, mit einem Winkelprisma 180° abzustecken, ist ein Irrthum; — S. 362 auf vorletzter Zeile ist nach PQ ein „;“ und anstatt des Wortes „und“ ist „, so“ zu setzen.

(die gleichfalls wie alle bisher bekannten Anordnungen die theoretische Unsicherheit über die Lage der Punkte, wenn auch in geringem Maasse belässt) war der Name Prismenkreuz nicht mehr passend und Einrichter statt dessen gewählt. Der jetzt zu beschreibende Apparat ist aber wieder ein Prismenkreuz, denn die Hypotenusenflächen kreuzen rechtwinkelig.

Die Seitenkanten beider Prismen sollen senkrecht gehalten werden. Die untere Grundfläche des Prismas *pqr* ist so auf die obere des Prismas *PQR* gelegt, dass der Scheitel *r* des rechten Winkels auf die Hypotenuse *PQ* fällt, — die Entfernung *Qr* bleibt zu ermitteln vorbehalten, — *pq* normal zu *PQ* zu stehen kommt. Die Zeichnung lässt den Gang der von den zwei Zeichen *Z* und *z* herkommenden Strahlen erkennen; derselbe ist für Prisma *PQR*: *ZBCDEA*, für Prisma *pqr*: *zbcdeaA*.



Dem in *A* befindlichen Auge erscheinen die zweimal gespiegelten (festen) Bilder von *z* und *Z* in derselben Richtung, genauer in derselben senkrechten Ebene. Die am Instrumente leicht kenntlichen Punkte *B* und *b* sind ganz genau auf der Geraden *Zz*, ebenso der Punkt *a*. Erblickt man über die Prismen weg in derselben Richtung, in der die Bilder von *z* und *Z* erscheinen, noch ein Zeichen *X* unmittelbar, so ist ganz genau *a* der Fusspunkt der von *X* auf *Zz* gezogenen Normalen.

Von den zwei Prismen wird das eine, nämlich *PQR*, nach der in meiner vorigen Abhandlung α genannten Art gebraucht, das feste, zur Verwendung kommende Bild erscheint an der rechtwinkligen Kante, nahe bei *R*; das andere Prisma *pqr* wird nach Art β angewendet, das feste Bild erscheint nahe an der spitzen Kante *q*. In *PQR* ist die erste Spiegelung bei *C* eine unvollständige an der (belegten) Hypotenusenebene, die zweite Spiegelung bei *D* ist vollständig und erfolgt an der Eintrittskathete (in Mitte dieser Ebene). In *pqr* ist die erste Spiegelung bei *c* eine vollständige an der Austrittskathete (in deren Mitte), die zweite Spiegelung bei *d* ist unvollständig an der (belegten) Hypotenusenebene.

Verschiebt man eines der Prismen parallel zu sich selbst aus der gezeichneten Stellung, so bleiben die von *Z* und *z* gekommenen Strahlen nach ihrem Austritte (nach zweimaliger Spiegelung) aus dem Prisma zwar noch parallel, allein *EA* und *ea* fallen nicht mehr genau auf einander (in dieselbe senkrechte Ebene) und damit geht der Vortheil der mathematisch genau bestimmten Lage von *a* verloren. Die in der Zeichnung gewählte Lage der zwei gleichen Prismen gegen einander ist eine genau bestimmte, die sich durch die Erwägung berechnen lässt, dass das Zusammenfallen von *EA* und *ea* die Bedingung: $qe = RE$ fordert.

Der übereinstimmende Gang der Strahlen in beiden Prismen (die eine Hälfte der Zeichnung ist eine Pause der anderen, nur in gedrehter Lage) und der Pa

rallelismus der entsprechenden Strahlen führt zur Bedingung: $RE = QB$. Setzt man $RE = {}^k/_n$, wo k die Länge der Kathete sei, und ist i der Brechungswinkel, welcher dem Einfallswinkel 45° entspricht, so findet man einfach:

$$RE = \frac{k}{n}; \qquad RD = \frac{k}{n} \operatorname{cotan} i; \qquad QC = \left(k - \frac{k}{n} \operatorname{cotan} i\right) \frac{\sin i}{\sin (45^\circ + i)};$$

$$QB = QC \frac{\sin (45^\circ + i)}{\cos i} = k \tan i - \frac{k}{n}.$$

Die Bedingung $RE = QB$ liefert also:

$$\frac{k}{n} = k \tan i - \frac{k}{n} \quad \text{oder} \quad \frac{1}{n} = \frac{1}{2} \tan i.$$

Es folgt hieraus sofort $RD = {}^k/_n \cdot {}^n/_2 = {}^k/_2$. Man hätte auch von dieser einleuchtenden Symmetrie ausgehen können. Wird das Brechungsverhältniss gleich 1,55 gesetzt, so berechnet sich $i = 27^\circ\, 8{,}5'$ und ${}^1/_n = 0{,}2563$.

Die Entfernung der rechteckigen Kante r des oberen Prismas von der nächsten scharfen Kante Q des unteren Prismas ist dann $= 0{,}2563$ der Hypotenusenlänge oder 0,3635 der Kathetenlänge. Die Lage des Punktes a ergiebt sich mithin zwischen den zwei kreuzenden Kathetenebenen qr und QR und 0,3446 Kathetenlänge vor der Durchschnittskante B jener zwei Katheten.

Ich habe ein Paar gleich grosse Winkelprismen von 20 *mm* Kathetenlänge mit einer Fassung aus Pappdeckel versehen. Der prismatische Pappkasten hat zur Grundfläche das Fünfeck $PRqpr$ und zwei Zwischenwände RB und qB. Spalten von 1,5 *mm* Breite sind in der ganzen Höhe der Seitenwand bei E, in der unteren Hälfte der Höhe bei B und in der oberen Hälfte der Höhe bei b und bei e angebracht. Unter dem grösseren Theil der Grundfläche von pqr ist ein Stück Kork von der Höhe der Prismen in das Kästchen geklebt und auf diesem findet das obere Prisma eine sicherere Lage als auf dem kleinen Stücke QrB der Grundfläche des unteren Prismas.

Punkt a ist angestochen und ein Faden mit Bleiloth durchgezogen. Um die Blickrichtung AE in die gewünschte Lage zu zwingen, habe ich bei E noch ein Rohr von der Spaltbreite, der ganzen Kastenhöhe und 3 *cm* Länge angebracht, dessen Axe parallel QP geht; es ist aber ziemlich überflüssig, indem die Spalten E und e schon genügenden Anhalt für die Blickrichtung geben.

Das Gesichtsfeld ist nicht so klein und die Auffindung des gewünschten Bildes weitaus nicht so mühsam oder schwierig, als ich befürchtet hatte; vortheilhaft erweist sich aber die Abblendung aller nicht verwertheten Bilder.

Obgleich Pappdeckel kein für genaue Arbeiten sehr geeigneter Stoff und meine Buchbindergeschicklichkeit eine sehr bescheidene ist, fiel der Apparat ganz gut aus. Die gewöhnlichen Prüfungen haben die damit ausgeführten Absteckungen vortrefflich bestanden.

Bei sorgfältiger Fassung der Prismen in Metall scheint mir Anbringung von Verbesserungsschrauben unnöthig; das Prismenkreuz kann aus einer besseren Werkstatt vollständig berichtigt hervorgehen und wird sich beim Gebrauche nicht verändern.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln.

Die zweite (technische) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übernimmt die Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln nach Maassgabe folgender Bestimmungen:

§. 1. Die Prüfung hat den Zweck, die Richtigkeit der Tonhöhe bezw. die Schwingungszahl der Gabel zu ermitteln. Sie kann mit einer Berichtigung der Gabel verbunden werden, sofern diese den internationalen Normalstimmton, d. h. bei 15 Grad des hunderttheiligen Thermometers dasjenige eingestrichene *a* angeben soll, dessen Höhe durch 435 ganze Schwingungen (870 halbe oder einfache Schwingungen französischer Zählweise) in der Sekunde bestimmt ist; die berichtigten Gabeln werden beglaubigt.

§. 2. Stimmgabeln, welche zur Beglaubigung eingereicht werden, sollen folgenden Bedingungen entsprechen: 1. Die Gabel soll aus nicht gehärtetem Gussstahl erzeugt sein und mit ihrem Stiel aus einem Stück bestehen; doch ist es zulässig, dass der Stiel mit dem Körper der Gabel durch Schweissung verbunden ist. — 2. Die beiden Zinken sollen prismatisch sein, gleichen rechteckigen Querschnitt haben und einander parallel stehen. Die Seite ihres Querschnittes in der Vorderansicht der Gabel, die Dicke der Zinken, soll mindestens 2,5, diejenige in der Seitenansicht der Gabel, die Breite der Zinken, mindestens 5 *mm* betragen; bei Gabeln für Orchesterstimmung soll die Dicke der Zinken mindestens 5, ihre Breite mindestens 10 *mm* erreichen. Die vorstehenden Angaben bezeichnen nur die kleinsten zulässigen Maasse; es ist rathsam, thunlichst grössere Abmessungen zu wählen. — 3. Der Ausschnitt am Fusse der Zinken soll annähernd halbkreisförmig gebildet sein, und zwar so, dass die Cylinderfläche in die ebenen Innenflächen der Zinken gleichmässig verläuft, und weder Wellen noch Knicke zeigt. — 4. Die Vorder- und Hinterfläche der Gabel sollen in ihrem ganzen Verlauf eben bleiben, so dass die Flächen der Zinken ohne Knicke in diejenigen des Verbindungsstückes zwischen Zinken und Stiel, des Sattels der Gabel übergehen. Auch die Seitenflächen des Sattels, welche sich zur Ansatzstelle des Stieles hin verjüngen, sollen sich ohne Knicke an diejenigen der Zinken anschliessen. Die Verjüngungsflächen sollen symmetrisch zur Axe der Gabel liegen und so gestaltet sein, dass an keiner Stelle der Abstand zwischen einem Punkte des Ausschnittes und der äusseren Verjüngungsflächen weniger beträgt als die Dicke der Zinken. Dabei soll der Sattel eine solche Form erhalten, dass auf jeder seiner ebenen Begrenzungsflächen ein Quadrat von wenigstens 10 *mm* Seite zur Aufnahme von Stempelungen frei bleibt. — 5. Die Axe des Stieles soll mit derjenigen der Gabel zusammenfallen. Der Stiel kann mit Gewinde versehen sein. — 6. Die Gabel soll rostfrei, ihre ganze Oberfläche, auch die Innenflächen der Zinken und des Ausschnittes sollen gut polirt und frei von Schrammen und Materialrissen sein.

Bezeichnungen oder Aufschriften, soweit dieselben nicht etwa von früheren Stempelungen der Reichsanstalt herrühren, dürfen auf den ebenen Flächen der Gabel sich nicht vorfinden; Firmenvermerke oder dergleichen sind auf den Seitenflächen des Sattels oder auf dem Stiel gestattet, Angaben über Tonhöhe oder Schwingungszahl sind auch dort unzulässig.

§. 3. Die Prüfung einer Stimmgabel erfolgt durch Zählung der Schwebungen mit Differenzgabeln, welche aus der Grundstimmgabel abgeleitet sind.

Ergiebt die Prüfung, dass die Anzahl der ganzen Schwingungen der Gabel um nicht mehr als 0,5 im mehr oder weniger von ihrem Sollwerth abweicht, so wird die Gabel zur Beglaubigung zugelassen. Erweist die Prüfung eine grössere Abweichung, so wird die Gabel vor der Beglaubigung soweit berichtigt, dass sie die vorgenannte Fehlergrenze einhält. Für diese Berichtigung wird eine besondere Gebühr erhoben, falls die Schwingungszahl 437 übersteigt oder 431 noch nicht erreicht, auch kann in solchem Falle die Gabel ohne Berichtigung zurückgegeben werden, sofern die Ausführung der letzteren der Reichsanstalt nicht unbedenklich erscheint.

Gelangt eine Stimmgabel mit Schallkasten (Resonanzkasten) zur Prüfung, so wird letztere auf den Kasten ausgedehnt und untersucht, ob der Ton der Gabel durch den Kasten hinreichend verstärkt wird.

§ 4. Stimmgabeln zum Handgebrauch, deren Zinken eine Dicke von mindestens 3,5 und eine Breite von mindestens 7 *mm* haben, sowie Stimmgabeln für Orchesterstimmungen, deren Zinken eine Dicke von mindestens 5 und eine Breite von mindestens 10 *mm* haben, können auf Wunsch der Betheiligten als Präcisionsgabeln berichtigt und beglaubigt werden. Die Berichtigung wird dann soweit geführt, dass die Anzahl ihrer ganzen Schwingungen um nicht mehr als 0,1 im Mehr oder Weniger von ihrem Sollwerth abweicht; auch wird die Prüfung solcher Gabeln auf die Veränderungen ausgedehnt, welche die Schwingungszahl durch Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur erleidet.

§ 5. Die Beglaubigung der Stimmgabel erfolgt durch Blauanlassen und Stempelung. Die letztere geschieht durch Einprägung und umfasst

1. das Aufbringen des internationalen Stempelzeichens (870) auf eine der ebenen Flächen des Sattels,
2. das Aufbringen der Bezeichnung der Tonhöhe in Notenschrift [Notenzeichen] auf die andere ebene Fläche des Sattels,
3. das Aufbringen einer laufenden Nummer und des Reichsadlers mit Jahreszahl auf die Breitseite einer der Zinken nahe am oberen Ende derselben,
4. das Aufbringen je eines kleinen Bildes des Reichsadlers auf die weiss polirten Endflächen der Zinken.

   Bei der Beglaubigung von Präcisionsgabeln tritt dazu

5. das Aufbringen eines fünfstrahligen Sternes unterhalb der Jahreszahl.

Auf Schallkästen wird die Nummer der zugehörigen Gabel und ein Reichsadler mit Jahreszahl aufgebracht. Bei der wiederholten Beglaubigung einer mit Stempelung der Reichsanstalt versehenen Stimmgabel beschränkt sich die Stempelung auf Aufbringung des Reichsadlers mit Jahreszahl.

§ 6. Ueber die Prüfung jeder beglaubigten Stimmgabel wird eine Bescheinigung ausgestellt. Dieselbe bekundet, dass die Anzahl der ganzen Schwingungen der Gabel für die Temperatur von 15 Grad des hunderttheiligen Thermometers um nicht mehr als die im § 3 bezw. § 4 angegebene Fehlergrenze von 435 abweicht. Die Bescheinigung für Präcisionsgabeln giebt auch die Art der Aufstellung und Befestigung an, in welcher die Prüfung der Gabel erfolgt ist, und nennt die Veränderung der Schwingungszahl für eine Temperaturerhöhung von 10 Grad sowie diejenige auf ganze Grade abgerundete Temperatur, bei welcher die Schwingungszahl der Gabel 435 am nächsten kommt.

§ 7. An Gebühren werden erhoben:

1. für die Prüfung und Beglaubigung einer gewöhnlichen Stimmgabel, deren Zinkendicken weniger als 5 *mm* beträgt	2,00 M.
„ „ 5 *mm* oder mehr „	3,00 „
2. für die Prüfung und Beglaubigung einer Präcisionsgabel	5,00 „
3. für die Berichtigung einer Gabel, deren Schwingungszahl 437 übersteigt oder 431 noch nicht erreicht	0,50 „
4. für die Prüfung einer zur Beglaubigung eingereichten Gabel, welche sich als unzulässig erweist und deren Berichtigung unterbleibt . .	0,50 „
5. für die Prüfung und Berichtigung einer Gabel, welche sich beim Blauanlassen als gesprungen oder sonst unzulässig erweist. . . .	1,50 „
6. für die Prüfung und Stempelung eines Schallkastens	0,50 „

Für die Berichtigung von anderen als den unter No. 3 erwähnten Gabeln wird eine besondere Gebühr nicht erhoben.

Für die wiederholte Prüfung und Beglaubigung einer mit Stempelung der Reichsanstalt versehenen Gabel ermässigen sich die nach Nr. 1 und 2 zu berechnenden Gebühren

um je 0,50 M.; folgt auf die wiederholte Prüfung keine neue Berichtigung und Beglaubigung, so wird bei gewöhnlichen Gabeln eine Gebühr von 0,50 M., bei Präcisionsgabeln eine solche von 2,00 M. angesetzt.

§ 8. Stimmgabeln, welche für andere Zwecke als zum Angeben des internationalen Normalstimmtones dienen, können nach Ermessen der Reichsanstalt auch dann zur Prüfung zugelassen werden, wenn sie den Vorschriften des § 2 nicht entsprechen. Ueber den Befund der Prüfung wird eine Bescheinigung ausgestellt. Die Prüfungsgebühren werden nach Maassgabe der aufgewendeten Arbeit berechnet und wird dabei für jede Arbeitsstunde eine Gebühr von 1,50 M. angesetzt.

Charlottenburg, den 26. November 1888.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
von Helmholtz.

Referate.

Untersuchung über die Leistungsfähigkeit eines Richard'schen Barographen.

Von W. Friedrichs, *Repert. für Meteorologie XI. No. 10.*

Verfasser bezieht sich in der Einleitung auf die vom Refer. in dieser Zeitschrift (1886, S. 419) mitgetheilte Untersuchung eines Richard'schen Barographen und äussert u. A. Folgendes: „Während Dr. Sprung in seinem Aufsatz speciell eine Verwendung des Richard'schen Barographen als Reise-Instrument im Auge gehabt zu haben scheint und demgemäss denselben den verschiedensten Temperaturen aussetzte, kam es mir zunächst darauf an, zu ermitteln, inwieweit sich ein solcher Barograph als Stationsapparat bewähren dürfte, wenn er keinen grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt, und vor äusseren mechanischen Störungen möglichst geschützt würde!

Demgemäss wurde der Barograph in einem Raume untergebracht, dessen Temperatur während des ganzen, der Untersuchung unterzogenen Zeitraumes, d. h. vom 1. März bis 31. Juni 1887, nur um 6° *C* schwankte.

Es kamen drei verschiedene Bearbeitungsmethoden zur Anwendung, nämlich: Ia. die rohe Methode, Ib. die Interpolationsmethode, II. die exakte Methode.

Bei den beiden ersten Methoden, welche nur in sechs einzelnen Wochen durchgeführt wurden, diente als Normalinstrument der Hasler'sche Quecksilberbarograph, dessen Aufzeichnungen regelmässig bearbeitet werden und nach gehöriger Reduktion bis auf einen mittleren Fehler von ± 0,06 *mm* mit den Ablesungen an Quecksilberbarometern übereinstimmen.

Ia. Bei der rohen Methode wurde für den Zeitraum je einer Woche die mittlere Abweichung zwischen den Terminablesungen am Quecksilberbarometer und den Aufzeichnungen des Richard'schen Barographen festgestellt und diese als konstante Korrektion auf die einzelnen Stundenablesungen am Barographen zur Anwendung gebracht; die so korrigirten Werthe wurden mit den Ergebnissen des Hasler'schen Barographen verglichen. Es folgen hier unter *W* die Wochenkorrektionen und unter *M* die mittleren Abweichungen vom Quecksilberbarographen.

3 ruhige Wochen.		3 unruhige Wochen.	
W	*M*	*W*	*M*
— 3,67 *mm*	± 0,20 *mm*	— 3,44 *mm*	± 0,44 *mm*
— 4,56 „	± 0,27 „	— 2,94 „	± 0,36 „
— 4,46 „	± 0,29 „	— 3,88 „	± 0,33 „
Mittel:	± 0,25 *mm*	Mittel:	± 0,38 *mm*

Im Durchschnitt der sechs Wochen beträgt die mittlere Abweichung ± 0,32 *mm*. Dieses Ergebniss kann natürlich nicht befriedigen und auf keinen Fall erscheint es rathsam, bei

dieser Methode den Zeitraum noch grösser zu wählen, indem schon die mittleren Wochendifferenzen (siehe oben) beträchtlich von einander abweichen.

Ib. Die Interpolationsmethode, welche auf vielen Observatorien in Gebrauch ist, besteht darin, dass für zwei aufeinanderfolgende Terminbeobachtungen die Differenzen zwischen Beobachtung und Registrirung gebildet werden, welche dann — mit entsprechendem Vorzeichen — für diese beiden Zeitpunkte als exakte Korrektion dienen, während die Korrektionen für das dazwischen liegende Stück der Kurve aus jenen durch lineare Interpolation gewonnen werden.

Es ist nicht zu verwundern, dass dieses Verfahren ein günstigeres Ergebniss liefert als die wesentlich einfachere rohe Methode; für dieselben sechs Wochen ergaben sich folgende Werthe der mittleren Abweichung:

3 ruhige Wochen	3 unruhige Wochen
± 0,06 *mm*	± 0,11 *mm*
± 0,07 „	± 0,09 „
± 0,07 „	± 0,12 „

Durchschnittlich erreichte die mittlere Abweichung also nur 0,09 *mm*! Sie ist indessen immer noch um die Hälfte grösser als die bei der Bearbeitung des Hasler'schen Barographen nach den Beobachtungen am Quecksilberbarometer übrig bleibende mittlere Abweichung. Als Unvollkommenheiten der Interpolationsmethode (insbesondere in ihrer Anwendung auf den Aneroidbarographen) zählt der Verfasser folgende auf: 1) Es kann (bei unverändertem Sinne des Luftdruckganges) vorkommen, dass sich die Abweichung zwischen den beiden Terminen nicht in linearer Weise ändert, während für die Interpolation solches angenommen wird; 2) wenn zwischen zwei Terminen ein Maximum oder Minimum des Luftdruckes liegt, so wird bei mechanischer Anwendung der linearen Interpolation die der Zeit proportional fortschreitende Korrektion nicht genügen können, denn die Aenderung der Abweichung steht viel wahrscheinlicher mit der Höhe des Barometerstandes (Skalenfehler!) in unmittelbarer Beziehung; insbesondere müssen hierbei aber die Korrektionen derjenigen Kurvenpunkte fehlerhaft werden, welche über die Terminwerthe hinausfallen. Vergrössert werden diese Fehler dann noch durch die Wirkung der Trägheit der Aneroidbarometer.[1])

II. Die exakte Methode berücksichtigt in gehöriger Weise folgende Einflüsse:

a) Den mangelhaften Gang und Stand der Uhr. Im vorliegenden Falle ergab sich ein regelmässigerer Gang als bei dem Thermographen, weil die Temperatur nur wenig schwankte. — Da Verf. auch den durch den todten Gang in den Zahnrädern bedingten Einstellungsfehler eingehend behandelt, so scheint ihm entgangen zu sein, dass man diesen Fehler vermeiden kann, indem man die Trommel bei der Einstellung in einem bestimmten, stets gleichen Sinne dreht.

b) Die Temperaturkorrektion. Bei hoher Temperatur ist der Stand zu hoch

[1]) Diesen Umstand hatte auch Ref. in erster Linie im Auge, als er (*diese Zeitschr. 1888, S. 423*) behauptete, „dass der Metallbarograph auch als Interpolationsinstrument Verwirrung anrichten könne." Man muss ja auch bedenken, dass die Interpolation sich nicht immer auf täglich dreimalige Barometerbeobachtungen stützen kann. Bei den vom Ref. ausgeführten Vergleichungen war nun z. B. folgender Fall vorgekommen:

	Stand	Abweichung
1886 Febr. 5.—6.:	761—770 *mm*	+ 0,38 *mm*
7.—8.:	771—783 „	+ 0,90 „
9.—10.:	783—771 „	+ 1,54 „
10.—11.:	770—763 „	+ 1,69 „

Bei fallendem Barometer war somit die Abweichung um 0,6 bis 1,3 *mm* grösser als bei steigendem Luftdrucke. Wäre diese Luftdruckänderung innerhalb eines Tages erfolgt — was immerhin vorkommen kann — so würde die lineare Interpolation offenbar ein recht mangelhaftes Ergebniss geliefert haben, auch wenn sich dann vielleicht der Einfluss der Trägheit auf etwa $^2/_3$ des obigen Betrages beschränkt hätte.

und zwar beträgt die Korrektion 0,095 *mm* für 1° *C*. Ungefähr derselbe Betrag war vom Ref. beobachtet worden.

c) Die Skalenkorrektion. Die in der Zeit vom 1. März bis 31. Juli beobachteten und bezüglich der Temperatur korrigirten Abweichungen wurden nach der Höhe des Barometerstandes in sechs Gruppen geordnet, wobei sich z. B. ergab, dass durchschnittlich ein Barometerstand

B von 42,50 *mm* einer Ablesung $R = 47,06$ *mm*
und ein Stand „ 67,50 „ „ „ $R = 70,89$ „ entsprach.

Die Ausgleichungsrechnung nach der linearen Funktion führte zu der Reduktionsformel:

$$B = -6,829 + 1,0487\,R.$$

Nach dieser Formel wurden nun sämmtliche Stundenablesungen am Richard'schen Barographen reducirt und alsdann die Tagesmittel der noch übrig bleibenden Korrektionen in folgender Weise zusammengestellt:

	M	*D*	*M*	*D*	*F*	*S*	*S*	*M*	Woche
1. — 7. März	—	+ 0,58	+ 1,14	+ 1,39	+ 1,19	+ 1,15	+ 1,18	+ 0,53	+ 1,082
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
16. — 23. Mai	— 0,63	— 0,33	— 0,34	— 0,10	+ 0,12	+ 0,10	+ 0,16	+ 0,13	— 0,118
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
25. — 31. Juli	— 1,27	— 1,28	— 0,93	— 0,92	— 0,94	— 0,82	— 0,87	—	— 0,994
Mittel:	— 0,25	— 0,12	— 0,02	+ 0,09	+ 0,14	+ 0,12	+ 0,01	— 0,18	

Hierdurch kamen zweierlei störende Einflüsse zu Tage, nämlich die hier unter d) und e) besprochenen.

d) Korrektion wegen Veränderung mit der Zeit. Die Reihe der 21 Wochenkorrektionen, von welchen in vorstehender Tabelle drei mitgetheilt sind, wurde einer rechnerischen und graphischen Ausgleichung unterworfen; dabei ergab sich eine fortschreitende Aenderung von 0,011 *mm* pro Tag oder von 4,3 *mm* pro Jahr. Der Sinn dieser Aenderung, wie man ihn aus der vorstehenden Tabelle erkennt, ist der gewöhnlich beobachtete, welcher durch allmäliges Nachgeben der dem äusseren Drucke entgegenwirkenden Federkraft hervorgerufen wird. Der Betrag dieses Einflusses ist bei dem in Rede stehenden Exemplar als gering zu bezeichnen.[1])

e) Eine durch Konstruktionsfehler bedingte Korrektion. Aus der Reihe der Mittelwerthe am Fusse obiger Tabelle ergiebt sich eine Abhängigkeit des Standes vom Wochentage, als deren Grund eine fehlerhafte Konstruktion der Registrirtrommel erkannt wurde; es handelte sich der Hauptsache nach um eine Neigung der wirklichen Drehungsaxe gegen die geometrische Axe des Cylinders. Verf. behandelt diesen Fehler theoretisch in eingehender Weise.

Nachdem nun auch noch die Korrektionen wegen der fortschreitenden Aenderung und wegen der Wochen-Periode angebracht worden waren, wurde die noch übrig bleibende mittlere Abweichung für jede der 21 Wochen bestimmt; dieselbe schwankte von ± 0,11 bis ± 0,30 *mm* und belief sich im Durchschnitt auf ± 0,18 *mm*. „Dieser Betrag erscheint an und für sich nicht bedeutend, ist aber immerhin dreimal so gross als beim Barograph Wild-Hasler."

[1]) Ref. hat mit dem Richard'schen Barographen No. 2816 folgende Erfahrungen gemacht. Bald nach Uebersendung aus Paris in Gebrauch genommen stand derselbe

1886 am 20. Febr. um 5 *mm* zu hoch,
„ 5. April „ 11 „ „ „

Am 5. April wurde er um 11 *mm* tiefer gestellt; der Stand nahm indessen ziemlich schnell wieder zu, so dass der Barograph am 6. Dec. 1886 abermals, und zwar um 13 *mm* tiefer gestellt werden musste. Nunmehr war die Zunahme des Standes eine langsamere, denn seit dem Dec. 1886 bis zum Oktob. 1888 belief sich dieselbe auf 9 *mm*. Die ganze Standerhöhung in $2^3/_4$ Jahren dürfte auf mehr als 30 *mm* zu veranschlagen sein, wovon mehr als 20 *mm* auf das erste Jahr entfallen.

f) Schliesslich wird noch die Korrektion wegen der Trägheit in Betracht gezogen. Nach der Tendenz der jeweiligen Luftdruckänderung geordnet ergaben sich aus den Abweichungen folgende Korrektionen:

Tendenz:	stark fallend	fall.	schwach fall.	unverändert	schw. steigend	steig.
	— 0,24	— 0,15	— 0,08	— 0,02	+ 0,07	+ 0,18 *mm*,

aus welchen hervorgeht, dass der Barograph hinter den Luftdruckänderungen zurückbleibt. Am auffälligsten zeigte sich die Trägheit bei lange andauernden Schwankungen. — Werden diese Korrektionen noch angebracht, so reducirt sich die mittlere Abweichung auf ± 0,16 *mm*. Von der wirklichen Anwendung einer Trägheitskorrektion in der Praxis wird indessen abgerathen: „Die Trägheit des Apparates, die ja durch Reibung in den Axenlagern des Hebelwerkes bedingt wird, kann durch zufällig in das Werk hineingerathene feste Partikelchen derartig modificirt werden, dass eine in Bezug hierauf vorherbestimmte Korrektion vollständig unbrauchbar wird.“ (Sollte nicht doch die Trägheit in erster Linie durch die elastische Nachwirkung hervorgerufen werden?)

Für die mittlere Abweichung haben sich also nach den einzelnen Methoden folgende Werthe ergeben:

Bei der rohen Methode:	± 0,31 *mm*	(aus 6 Wochen),
„ „ Interpolationsmeth.:	± 0,09 „	(aus 6 Wochen),
„ „ exakten Methode:	± 0,16 „	(aus 5 Monaten).

Bezüglich der letzteren sagt der Verf.: „Bei der Verwendung des Richard'schen Barographen in der Praxis würde man natürlich von einer Bearbeitung nach der exakten Methode absehen müssen, da dieselbe, selbst auf kleine Zeiträume beschränkt, doch zu grossen Zeit- und Arbeitsaufwand erfordern würde, ohne doch wesentlich bessere Resultate geben zu können als die Interpolationsmethode. „Das bei der letzteren ..... gewonnene Resultat kann, als die Grenzen der Beobachtungsfehler nicht überschreitend, für durchaus zufriedenstellend erklärt werden.“

Es ist offenbar recht verdienstvoll, dass Verf. hiermit den zahlreichen Besitzern des Richard'schen Barographen den Weg gewiesen hat, auf welchem eine wissenschaftliche Verwendung dieses Apparates allenfalls möglich ist. Von anderem Standpunkte betrachtet kommt aber die Thatsache, dass die Interpolationsmethode in so entschiedener Weise auch über die exakte Methode den Sieg davonträgt, einer Unmündigkeitserklärung des Apparates gleich. In der That hat Verf. alle vom Referenten aufgedeckten Mängel ebenfalls aufgefunden, und noch einen dazu, nämlich das Auftreten einer fehlerhaften Konstruktion des Registrircylinders *(II, e)*.

Der Richard'sche Barograph ist entschieden ein sehr niedliches und kompendiöses Instrument, und für private Zwecke bedient sich auch Ref. eines solchen Apparates. Betragen doch die Anschaffungskosten kaum das Doppelte derjenigen eines guten Aneroidbarometers! Es liegt deshalb sehr nahe und ist sehr zu wünschen, dass ausser einigen Privatleuten besonders Badekommissionen, Verschönerungsvereine, Gemeindeverwaltungen u. s. w. solche Apparate für öffentliche Benutzung erwerben. Freilich ist hierbei Vorsicht immer geboten. Hierfür noch ein Beispiel: Ref. verbrachte im jüngst verflossenen Sommer zwei Tage auf der Schneekoppe; das Wetter war anhaltend stürmisch und regnerisch, so dass man mit grossem Interesse den Veränderungen des Luftdruckes folgte. Als am Morgen des zweiten Tages der Richard'sche Barograph konsultirt wurde, lautete die Auskunft wenig erbaulich, denn die Kurve verrieth entschiedene Tendenz, wieder zu fallen. Trotzdem trat mit schwach rechtdrehendem Winde langsame Besserung des Wetters ein, und als andere Barometer zu Rathe gezogen wurden, zeigte es sich, dass der Richard'sche Barograph falsche Angaben geliefert hatte. Es war nämlich am Vortage in dem Zimmer des Beobachters ein eiserner Ofen angeheizt und damit die Temperatur auf mehr als 20° gesteigert worden; über Nacht erfolgte eine Abkühlung auf etwa 7°, und das dadurch veranlasste Sinken des Barographen um nahezu 2 *mm* maskirte vollständig die günstige Veränderung des Luftdruckes. Bei dem enormen

Fremdenbesuche auf der Schneekoppe ist es leider nicht thunlich, dem Instrumente einen anderen Raum anzuweisen; es wird also nöthig werden, auch die Temperatur des Beobachtungszimmers automatisch aufzeichnen zu lassen. *Sp.*

Fortschritte in der Ausführung von Orientirungsmessungen mit der Magnetnadel.

Von Prof. Dr. M. Schmidt *in Freiberg i. S. Sep. Abz. a. d. Jahrbuch f. Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1888.*

Die vorliegende Abhandlung behandelt die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Orientirungsmessung mittels der Magnetnadel und führt die besten und zur Zeit gebräuchlichsten der bezüglichen theils vom Verf., theils von Anderen angegebenen Apparate übersichtlich geordnet und kritisch gesichtet vor. Die für genaue Orientirungsmessungen und absolute Deklinationsbestimmungen dienenden Magnetinstrumente werden von Geodäten und Markscheidern am vortheilhaftesten in der Form von Hilfsapparaten mit eisenfrei hergestellten Feld- oder Gruben-Theodoliten verbunden. Ob das Material dieser Instrumente wirklich völlig unmagnetisch ist, untersucht man am sichersten mit dem von Lamont in München angegebenen *Magnetoskop*, welches ein excentrisch aufgehängtes Magnetsystem enthält und einen so hohen Grad von Empfindlichkeit zeigt, dass 1 *mg* Eisen, in 10 *mm* Abstand von den Enden der Magnetnadel gebracht, eine durch ein Skalenfernrohr zu beobachtende Drehung derselben von 15 Bogenminuten bewirkt.

Bei der Ausführung genauer Orientirungsübertragungen ist grundsätzlich zu verlangen, dass nicht allein die tägliche Aenderung der Magnetrichtung, sondern auch die Konvergenz der astronomischen und magnetischen Meridiane Berücksichtigung finde. Um auch örtliche Ablenkungen zu erkennen, empfiehlt es sich, die Beobachtungen zum mindesten an einer zweiten benachbarten Station zu wiederholen und stets solche Messinstrumente anzuwenden, welche absolute Deklinationswerthe geben.

Das für die Variationsbeobachtungen dienende Hauptdeklinatorium soll dauernde Unveränderlichkeit besitzen und wird am besten in einem ständigen Observatorium fest aufgestellt. Sehr vortheilhaft sind für diesen Zweck die von Dr. Edelmann in München neuerdings hergestellten Deklinatorien mit aperiodischer Bewegung der Magnetnadel, weil bei diesen Instrumenten das Beobachtungsverfahren ein so einfaches ist, dass man jeden im Ablesen einer Skale geübten Gehilfen dazu verwenden kann. Der ungestörte Gang eines zu fortlaufenden Beobachtungen dienenden Hauptdeklinatoriums muss jedoch durch wiederholte Bestimmung des Normalpunktes oder der Normaldeklination von Zeit zu Zeit geprüft werden. Ohne derartige regelmässig ausgeführte Kontrolmessungen besitzen fortlaufende Deklinationsbeobachtungen wenig Werth, da Sprünge und grosse Unregelmässigkeiten unbemerkt unterlaufen können, wie die der Abhandlung auf einer Tafel beigegebene graphische Darstellung der in den Jahren 1884 bis 1887 im magnetischen Observatorium zu Klausthal im Harz ausgeführten Deklinationsbeobachtungen, welche in der *Berg- und Hüttenm. Zeitung* veröffentlicht worden sind, klar erkennen lässt.

Der Versuch, als transportables Deklinatorium für absolute Messungen auf dem Felde und in der Grube den Gauss'schen Magnetkollimator in der von Borchers in Klausthal angewendeten Verbindung mit dem Theodolit zu gebrauchen, lieferte kein befriedigendes Ergebniss, da bei dieser Einrichtung sich die Fadentorsion nicht gut messen lässt und die Beleuchtung der feinen Kollimatorskale Schwierigkeiten bietet. Eine Vernachlässigung der Torsion scheint aber, insbesondere in der feuchten Grubenluft, völlig unstatthaft; auch das sonst übliche und mit befriedigendem Erfolg bisweilen angewandte Austordiren des Fadens führt hier nicht zum Ziele, da austordirte Fäden noch Deklinationsfehler von durchschnittlich $\pm$ 1,7 Bogenminuten geben, wie aus den Resultaten der von Lamont in Süd-West-Europa ausgeführten magnetischen Ortsbestimmungen sich nachweisen lässt.

Der Verfasser hat deshalb statt des Kollimatormagneten einen Spiegelmagnet angewendet, dessen Richtung aus nächster Nähe mittels einer vor das Objektiv des Theodolitfernrohres gesteckten Linse beobachtet wird, welche mit einer feinen in Viertelmillimeter

getheilten Skale versehen ist, deren vom Magnetspiegel reflektirtes Bild im Theodolitfernrohr vergrössert gesehen wird. Bei dieser Einrichtung kann die Torsionsbestimmung des Fadens in der üblichen Weise mit Hilfe eines Torsionsmagneten vorgenommen werden.

Die Schwierigkeiten, welche die an Kokonfäden aufgehängten Magnetnadeln dem in solchen feinen Messungen wenig geübten Beobachter bieten, lassen es wünschenswerth erscheinen, Bussolen mit Spitzenbewegung der Magnetnadel in einer für absolute Deklinationsbeobachtungen geeigneten Form anzuwenden. Die früher so gefürchtete Spitzenreibung bietet gegenwärtig kein Hinderniss mehr, wie durch eine längere Reihe vergleichender Beobachtungen nachgewiesen wurde, welche mittels einer Kastenbussole mit mikroskopischer Ablesung und einem Röhrenkompass von Hildebrand & Schramm in Freiberg ausgeführt sind. Der mittlere Einstellungsfehler der etwa 1,5 *g* schweren Magnetnadel dieser beiden Instrumente ergab sich zu ± 0,23 bzw. ± 0,28 Bogenminuten.

Da sich jedoch weder mit der Mikroskopbussole noch mit dem Röhrenkompass absolute Messungen ausführen lassen, sah sich der Verfasser im Hinblick auf die günstigen Resultate, welche mit dem in der Kaiserlich Deutschen Marine gebräuchlichen Marinedeklinatorium nach Neumayer erzielt worden sind, veranlasst, ein auf die horizontale Theodolitaxe wie eine Reiterlibelle aufsetzbares Spiegeldeklinatorium mit Spitzenbewegung der Magnetnadel und Fadenkreuzreflexion herstellen zu lassen, welches im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 311 abgebildet und beschrieben worden ist.

Schliesslich wird noch die Anwendung des Hängekompasses als Orientirungsinstument näher erläutert und dargethan, dass sich auch dieses Instrument zu genauen Orientirungsmessungen in der Grube anwenden lässt, sobald die Axenfehler desselben scharf ermittelt sind. Die Fehlerbestimmung kann aber unter Anwendung geeigneter Hilfsmittel und Beobachtungsmethoden, welche der Verfasser in einer früheren Abhandlung „über die Axenfehler des Hängekompasses“ im *Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1885* angegeben hat, bis auf eine Bogenminute genau ausgeführt werden.

Untersuchungen über das Quecksilberthermometer.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Journ. de Phys. II. 7. S. 49.*

(Auszug aus des Verfassers *Etudes thermométriques, II. partie*, in den *Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mesures, Paris 1886.*)

In einer Mittheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt: *Ueber Eispunktdepressionen*, von A. Böttcher (*diese Zeitschr 1888. S. 409*), wird Bezug genommen auf die thermometrischen Arbeiten Guillaume's. Vielleicht ist es manchem Leser von Interesse, über die Einzelheiten der Untersuchung Näheres zu erfahren. Da die Veränderungen, denen die Quecksilberthermometer unterliegen, bereits von einer grossen Zahl von Physikern studirt worden sind, beschränkte sich Verf. auf eine genaue und vollständige Untersuchung der Hartglasthermometer, zwischen 0 und 100°, und einige vergleichende Messungen bezüglich des harten Krystallglases, welches häufig zur Herstellung von Thermometern verwendet wird. Das Hartglas enthält (nach Tornoë) 71 % Kieselsäure, 14 % Kalk, 11 % Natron und kleine Mengen Schwefelsäure, Thonerde, Kali und Eisenoxyd. Das harte Krystallglas enthält etwa 16 % Bleioxyd.

Die Nullpunktsveränderungen der Thermometer treten bekanntlich in zwei Vorgängen zu Tage, welche scheinbar sehr verschieden, ihrem Wesen nach aber identisch sind, nämlich: 1) in dem langsamen Hinaufrücken des Nullpunktes; 2) in schnellen Aenderungen, welche man jedesmal beobachtet, wenn die Thermometer anderen Temperaturen ausgesetzt werden. Das langsame Hinaufrücken rührt von dem allmäligen Verschwinden der Depressionen her, welche durch die hohen Temperaturen bei Herstellung der Thermometer hervorgerufen sind. Das langsame Ansteigen betrug bei den Hartglasthermometern beispielsweise:

vom 8.—13. Monat	(nach der Füllung) 0,0046°	pro Monat
„ 17.—21.	„ 0,0015	„ „
„ 30.—39.	„ 0,0007	„ „

Bei den Krystallglasthermometern war das Ansteigen nahezu zehnmal so stark.

Die Depression des Nullpunktes in Folge des Siedens wurde bei den Hartglasthermometern schon nach etwa drei Minuten konstant und betrug dann 0,093°; bei den Krystallglasthermometern dagegen betrug sie nach 20 Sekunden 0,221°, nach 25 Minuten 0,385°, nach 50 Minuten 0,400°, so dass hier die Feststellung des Nullpunktes, welcher einer bestimmten Temperatur entspricht, einen beträchtlichen Zeitaufwand erfordert. (Der ganze Betrag der Depression wurde nach konstant gewordenem Stande beim Sieden durch eine Nullpunktsbestimmung festgestellt.)

Die Abhängigkeit der Depression $Z_0 - Z_t$ von der Höhe der angewandten Temperatur t liess sich durch folgende Formeln ausdrücken:

für das Hartglas: $Z_t = Z_0 - 0{,}0008866\, t - 0{,}00000108\, t^2$

für das Krystallglas: $Z_t = Z_0 - 0{,}0007972\, t - 0{,}00003293\, t^2$

Der Hauptunterschied beider Formeln liegt im Koefficienten des quadratischen Gliedes, welches bei dem Hartglase fast Null ist. „Neuere Versuche haben gezeigt, dass diese Funktion merkwürdig gut die Beobachtungen bis zu mindestens 180° darstellt.“

Weitere Versuche führten zu folgendem Hauptergebniss: „Thermometer von derselben Glassorte liefern identische Angaben; die Unterschiede zwischen Thermometern verschiedener Glassorten lassen sich sehr gut durch einen Specialfall einer allgemeinen Formel zum Ausdrucke bringen.“ In Bezug auf das Hartglas (t_h) und das harte Krystallglas (t_k) lautet diese Formel:

$$t_k - t_h = t\,(100 - t)\,(14{,}126 - 0{,}0311\, t)\, 10^{-6}.$$

„Diese Resultate widerlegen die weit verbreitete Ansicht, dass das Quecksilberthermometer ein launisches, jeder Theorie spottendes Instrument sei. Im Gegentheil gestattet die Theorie desselben sogar wichtige Rückschlüsse auf die Gesetze der thermischen Ausdehnung des angewandten Glases.“ *Sp.*

Neue elektrische Waage.

Von Sir W. Thomson. *Industries. 1888. 5. Juni-Heft.*

Das Thomson'sche Galvanometer gehört in die Kategorie der elektrischen Waagen. Es ist im Princip ein Elektrodynamometer, dessen Abweichungen von der Gleichgewichtslage durch Gewichte kompensirt werden. Der Waagebalken endet beiderseits in Spulen, von denen eine jede in der Gleichgewichtslage in der Mitte zwischen zwei anderen parallel angeordneten Spulen liegt. Die sechs Spulen werden hintereinander von dem zu messenden Strome durchflossen und naturgemäss derart, dass die Spulensysteme die Abweichung des Waagebalkens von der Gleichgewichtslage auf der einen Seite durch Anziehung, auf der anderen Seite mittels Abstossung bewirken. Dem Waagebalken parallel und mit diesem beweglich ist eine graduirte Leiste angebracht, auf der ein Gewicht verschiebbar ist. Die Stärke des das Instrument durchfliessenden Stromes wird nach einer Tabelle bestimmt, in der die Entfernungen des verschiebbaren Gewichtes vom Nullpunkt der Skale nach *Ampère* ausgewerthet sind. Die Instrumente werden in verschiedenen Grössen und für die verschiedensten Empfindlichkeiten von 150 bis 500 *Ampère* gebaut und ebenso für *Volt-* und *Watt*messungen. *B.*

Apparat zur Temperaturbestimmung mit Hilfe von elektrischen Widerstandsmessungen.

Von W. Shaw. *The Electrician. 1888. S. 667.*

Der Apparat diente ursprünglich dazu, die mittlere Temperatur einer in Wasser getauchten Bürette mit möglichst grosser Genauigkeit zu messen; die Temperatur wird dabei als Funktion des Leitungswiderstandes von Drähten bestimmt. Ein Platindraht, ein Silber-Platindraht, eine Batterie und ein möglichst empfindliches Galvanometer sind in bekannter Weise in Form einer Wheatstone'schen Brücke mit einander verbunden. Bei einer bestimmten Temperatur (15° Celsius) herrscht vollkommenes Gleichgewicht in der Brücke. Durch Temperaturänderung der Drähte wird in Folge der verschiedenen Temperaturkoefficienten das Gleichgewicht gestört und durch Einschaltung neuer Wider-

stände wiederhergestellt. Der Platindraht und der Silber-Platindraht sind in geeigneter Weise auf einem Kautschukstreifen angebracht, derart, dass die ganze Kombination ein möglichst biegsames Band bildet, das ohne Schwierigkeit auf den der Temperatur nach zu bestimmenden Körper aufgewickelt werden kann. Zur Graduirung des Apparates wird das Band auf einen Metallcylinder aufgewunden, das Ganze in Eis oder Wasser getaucht und eine Anzahl von Widerstandsmessungen bei verschiedener Temperatur zwischen 0 und 28 Grad Celsius vorgenommen. Die Temperatur kann bei Anwendung eines geeigneten Galvanometers bis auf 0,002° C. genau bestimmt werden. *B.*

Ein neues Barometer.

Von T. H. Blakesley. *Phil. Mag.* ***26.*** *S. 458.*

Das Instrument, vom Verfasser „*The Amphisboena*" genannt, besteht aus einem geraden, überall etwa 1,2 *mm* weiten Glasrohr, welches an einem Ende zugeschmolzen ist; einen Theil des Rohres nimmt ein Quecksilberfaden ein, welcher ein Quantum Luft im Rohre abschliesst. Eine äquidistant getheilte Skale hat ihren Nullpunkt am geschlossenen Ende des Rohres und dient so zur Messung des jeweiligen Volumens der abgesperrten Luft. Man hängt das Instrument vertikal auf und beobachtet das Luftvolumen: das eine Mal mit dem geschlossenen, das andere Mal mit dem offenen Rohrende nach unten, wobei die Spannkraft der Luft eine Veränderung um das Doppelte des Quecksilberfadens erleidet. Bezeichnet man mit A und B die beiden Längen des Luftquantums, mit l die (auf Null Grad reducirte) Länge des Quecksilberfadens, und mit H den unbekannten Barometerstand, so ist nach dem Mariotte'schen Gesetze:

$$(H-l)\,A=(H+l)\,B, \qquad \text{also:} \qquad H=\frac{A+B}{A-B}\,l.$$

Somit lautet die Gebrauchsanweisung: Man dividirt die Summe der Ablesungen durch ihre Differenz und multiplicirt mit der Länge des Quecksilberfadens.

Da die Länge des Quecksilbers als Faktor auftritt, so ist es natürlich vortheilhaft, eine einfache Zahl zu wählen: etwa 25 oder 50 *cm*. — Die Temperaturkorrektion kann ein für alle Mal geschehen, indem man die Länge so bemisst, dass sie bei Null Grad genau 25 oder 50 *cm* betragen würde. (Das Rohr ist hierbei etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 *m* lang zu nehmen.) Sollte der Quecksilberfaden einmal in mehrere Stücke zerfallen, so würde, theoretisch genommen, der Werth der Ablesung nicht verringert sein, so lange noch alles Quecksilber im Rohre bleibt; indessen wird dadurch die Trägheit in der Bewegung der Quecksilbersäule vergrössert.

Bei der Benutzung des Instrumentes zur Höhenbestimmung könnte die Länge des Quecksilberfadens ganz unbestimmt gelassen werden, weil es dabei nur auf das Verhältniss der beiden Barometerstände, unten und oben, ankommt und dabei der konstante Faktor in obigem Ausdrucke für H sich forthebt.

In der Ausführung des Instrumentes durch Watson Brothers ist das Rohr in leichtes Holz eingelassen, welches an beiden Enden mit den Oeffnungen zum Aufhängen versehen ist; das Gewicht beträgt etwa 300 *g*. Wenn beim Transporte das zugeschmolzene Ende des Rohres nach unten gehalten wird, so ist die Gefahr, dass Quecksilber verloren gehe oder der Faden zerreisse, gering.

Ueber die mit diesem geistreich erdachten Instrumente erreichbare Genauigkeit ist nichts mitgetheilt. Bei längerem Gebrauch dürfte sich eine sehr störende Verunreinigung des Rohres durch Oxydation u. s. w. einstellen. *Sp.*

The Saegmuller Solar Attachment. **Ein Instrument zur schnellen Bestimmung des Meridians. Mit jährlich erscheinenden Sonnen-Ephemeriden und Refraktionstafeln.**

Von Fauth & Co., Washington 1888. (Monographie.)

Der hier beschriebene und bezüglich seiner Anwendung und Berichtigung näher erläuterte Apparat (in Amerika 1881 patentirt) stimmt in der Anordnung seiner Haupttheile so ziemlich mit dem in *dieser Zeitschrift 1888, S. 2,* von Prof. Dr. Schmidt in Freiberg

beschriebenen *Zeit- und Meridiansucher* überein[1]). Der amerikanischen Konstruktion fehlt jedoch der Stundenkreis; auch ist das Fernrohr bei derselben zum Durchschlagen und die Fernrohrlibelle zum Aufsetzen und Berichtigen der Deklinationsaxe nicht eingerichtet. In Folge dessen wird für diesen Apparat die Bestimmung einer absoluten Korrektion durch vergleichende Beobachtungen mit anderen (astronomischen) Instrumenten oder durch Nachmessen bereits bekannter Azimuthe nothwendig.

Vor anderen amerikanischen Konstruktionen ähnlicher Art zeichnet sich der Saegmüller'sche Apparat in gleicher Weise, wie die von Prof. Dr. Schmidt beschriebene Konstruktion, durch folgende guten Eigenschaften aus: 1) durch grosse Einfachheit und geringen Preis; 2) durch die Möglichkeit, die Sonnenscheibe mittels des Fernrohres genau einzustellen; 3) durch die Einstellung aller Winkel mit Hilfe des Horizontal- und Vertikalkreises des Theodoliten, wobei Excentricitätsfehler und andere Ungenauigkeiten der sonst üblichen Einrichtungen vermieden sind; 4) der Apparat kann mit jedem Theodolit verbunden und leicht wieder von demselben getrennt werden, ohne dass die Justirung eine Aenderung erleidet; auch stört derselbe weder die Handhabung noch das Durchschlagen des Hauptfernrohres am Theodoliten.

Ueber die neue verbesserte Form des Jordan'schen Heliographen mit photographischer Registrirung.

Quarterly Journal of the Meteorol. Society 1888. 14. No. 67.

Bei dem ersten von Jordan konstruirten, auf dem photographischen Princip beruhenden Sonnenscheinautographen[2]) setzt sich bekanntlich die durch eine blaue Spur auf dem lichtempfindlichen Papier markirte Sonnenscheinkurve aus zwei getrennten Zweigen zusammen, die geometrisch eine ziemlich verwickelte Gestalt annehmen konnten; für die Ablesung bezw. genaue Ausmessung des Photogrammes sowohl, wie für die genaue Orientirung des Apparates, brachte diese Thatsache gewisse Uebelstände mit sich. Es schien daher ein berechtigtes Verlangen, dem Heliographen eine solche Form zu geben, dass die Sonnenspur nach der Abwickelung jederzeit als eine einzige und zwar zu den Stundenlinien des Photogramms senkrecht stehende Linie zum Vorschein kommen konnte. Wie diese Abänderung zu Stande zu bringen sei, dafür hat Referent seiner Zeit in dieser Zeitschrift[3]) einen Weg angegeben; eine andere, recht hübsche Lösung derselben Frage bietet Herr Jordan in der neuen, verbesserten Form seines Autographen; derselbe besteht aus zwei getrennten halbcylindrischen Büchsen, also von D-förmigem Querschnitt (Höhe der Halbcylinder etwa 65 *mm*, Radius 55 *mm*); die eine ist bestimmt für die Aufnahme des Vormittags-, die andere für das Nachmittagsphotogramm. Beide Büchsen sind einander (unter einem Winkel von 60°) mit ihrer Mantelfläche zugekehrt und parallaktisch montirt, die D-förmige Grund- und Oberfläche daher jeweils parallel der Ebene des Himmelsaequators. Damit das Sonnenlicht in die Büchsen (Dunkelkammern) eindringen kann, besitzt jede in der Mitte der nach der Sonne zugekehrten, rechteckigen (gedeckten) Schnittflächen eine schmale, spaltförmige Oeffnung, welche in die Cylinderaxe fällt. Die Distanz zwischen einer solchen Oeffnung und ihrer Projektion auf die innere Seite der Mantelfläche entspricht daher dem Radius der letzteren zur Zeit der Aequinoktien.

Der eine (östliche) Spalt versieht den Dienst von Morgen bis Mittag, der andere (westliche) von Mittag bis Abend. Die ganze Tageskurve besteht also auch hier aus zwei getrennten Stücken, doch mit dem erheblichen Unterschiede, dass diese Kurven während des ganzen Jahres nun nicht mehr schief, sondern, wie aus geometrischen Gründen leicht hervorgeht, stets senkrecht zu den Stundenlinien des Diagramms stehen. Beide Halbcylinder tragen ebenfalls zwei kleine Schirme, deren Kanten selbstverständlich parallel der Cylinderaxe, und die so justirbar sind, dass im Momente des wahren Mittags der

[1]) Wie der Redaktion zuverlässig bekannt ist, sind beide Konstruktionen unabhängig von einander erdacht worden. — [2]) Vgl. das Referat in dieser Zeitschrift 1887. S. 182. — [3]) Diese Zeitschr. 1887. S. 238.

Sonnenstrahl in beide Büchsen fällt, unmittelbar nach der Sonnenkulmination jedoch nur noch in den für den Nachmittag bestimmten Halbcylinder. Das Büchsensystem ruht auf einer dreieckigen, massiven, mit Fussschrauben und Gradbogen versehenen Grundplatte, sodass die Adjustirung des Instrumentes und die Einstellung auf die Polhöhe für jeden Ort stets leicht vorgenommen werden kann. *J. Maurer.*

Galvanometer von Moller.

Revue intern. de l'électr. et de ses applic. 1888. 7. S. 124.

Um Ströme von sehr verschiedener Intensität messen zu können, wird bei dieser Galvanometerkonstruktion der Umstand benutzt, dass der Einfluss einer von einem Strom durchflossenen Spule auf eine Magnetnadel von der Entfernung beider und dem Winkel, den die Ebene der Spule mit der Horizontalebene bildet, abhängt; d. h. das Galvanometer vereinigt die Principien der Obach'schen und der Gaugain'schen Tangentenbussolen. Die Magnetnadel besteht aus einem Glockenmagneten, an dem in bekannter Weise ein Spiegel zur Skalenablesung befestigt ist. Die Dämpfung der Schwingungen geschieht durch einen starken Kupfercylinder, in welchem der Glockenmagnet beweglich ist. *B.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Optik. Dritte Auflage von Dr. F. W. Barfuss' „Lehrbuch der Optik, Katoptrik und Dioptrik." Vollständig neu bearbeitet von F. Meisel. Weimar, Voigt, 1889. 500 S. 8° und Atlas mit 17 Foliotafeln. M. 12,00.

Die deutsche Literatur auf dem Gebiete der Optik ist ohne Zweifel die bedeutendste, soweit es sich um die Forschung auf dem Gebiete der geometrischen Optik handelt. Ich brauche zum Belege wohl nur an Kepler, Euler, Gauss, Helmholtz, Kummer, Listing, Möbius, Reusch, Seidel, Lippich, Abbe, Matthiessen zu erinnern, denen sich noch eine Reihe anderer, nicht viel untergeordneter Namen anreihen liesse. Selbst England hat ihnen, als originale Forscher und Entdecker neuer Beziehungen, seit Newton neben Cotes, Smith, Hamilton, Airy, Herschel, Maxwell nur noch sehr wenige andere gleich Bedeutende gegenüberzustellen. Die deutsche Literatur ist aber merkwürdig arm an Gesammtdarstellungen dieses Gebietes, vor Allem an solchen, die sich an weitere Kreise, speciell an die der Praktiker, wenden. Von solchen Werken, (die in der englischen Literatur, wie ich schon früher einmal hervorhob, in stattlicher Anzahl und z. Th. vortrefflicher Qualität vorhanden sind), besitzen wir in Deutschland aus diesem Jahrhundert eigentlich nur das Barfuss'sche *Populäre Lehrbuch* und die bekannte *Praktische Dioptrik* von Prechtl. Dass letzteres Werk — in seiner Art und für seine Zeit ohne Zweifel eins der ausgezeichnetsten, aber ebenso gewiss für den gegenwärtigen Zustand der theoretischen und praktischen Optik längst veraltet — noch jetzt, 60 Jahre nach seinem Erscheinen, eines der gesuchtesten ist und bei Praktikern das beliebteste Hilfsmittel des Studiums bildet, kann als der deutlichste Beweis für meine obigen Behauptungen gelten.

Das Barfuss'sche Lehrbuch erfreute sich in Deutschland ebenfalls weiter Verbreitung; im Jahre 1860 erschien eine Neubearbeitung desselben von Gieswald und nunmehr liegt eine solche von Meisel vor, welche, entsprechend den vielfachen Umwälzungen, die auch die praktische Optik in den letzten 30 Jahren erfahren hat, ein vollständig neues Werk darstellt. Wie der Verf. selbst ganz richtig bemerkt, ist in ihm von dem Text der älteren Auflage kaum mehr enthalten, als er unter Nennung des Verfassers jedem beliebigen anderen Werke hätte entnehmen können.

Den Schwerpunkt des Werkes legt der Verf. in die elementare Optik, die Katoptrik und Dioptrik. „Dem Praktiker, dem Studirenden, dem Lehrer ein klares Bild von der Wirkungsweise der optischen Instrumente zu vermitteln, ist der Hauptzweck desselben."

„Nur elementare mathematische Vorkenntnisse, wie sie für jeden Optiker und Mechaniker unentbehrlich sind, werden vorausgesetzt.“ Es wäre vielleicht gut gewesen, diesen Charakter und Inhalt des Werkes auch im Titel anzudeuten. Unter „Lehrbuch der Optik“ versteht doch Jeder zunächst eine Darstellung, welche den geometrischen und physischen Theil derselben gleichmässig berücksichtigt, während von der letzteren nur die Grundzüge in Form eines ganz kurzen Abrisses zur Darstellung gebracht sind.

Was nun den näheren Inhalt des vorliegenden Werkes betrifft, so kann Referent dasselbe nach eingehender Lektüre — unbeschadet einiger Ausstellungen im Einzelnen — im Allgemeinen allen denjenigen, an welche es sich ausdrücklich wendet, nur auf das Wärmste empfehlen. Meisel's Optik enthält in ziemlicher Vollständigkeit von der Theorie, Anwendung und Praxis der Optik alles dasjenige, was die Grundlagen dieses Wissenszweiges bildet. Seine Befähigung für eine Darstellung des theoretischen Theils hatte Verf. schon vor zwei Jahren durch seine *„Geometrische Optik“*, Halle 1886, (Interessenten seien auf meine Recension desselben, *Zeitschr. f. Math. u. Physik, hrsg. v. Schlömilch, 1887,* verwiesen) genügend dargethan. Wenn nun auch hier die Darstellungsform eine wesentlich andere sein musste als dort, nämlich elementar und anschaulich, so muss dem Verf. doch nachgerühmt werden, dass er sich einer solchen nicht minder gewachsen gezeigt hat. Ich möchte einzelne Abschnitte, wie die Perspektive, die Einführung in die Theorie des Sehens und der optischen Instrumente, und Andere, in ihrer fasslichen, auf natürliche Weise vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreitenden und auf dasselbe vorbereitenden Darstellung als geradezu vortrefflich bezeichnen.

Die Ausführlichkeit, mit der die verschiedenen Abschnitte bezw. Instrumentengattungen behandelt sind, ist keine ganz gleichmässige. Während z. B. die Reflexionsinstrumente mit ebenen Spiegeln (speciell die Heliostaten), die Theorie der einfachen und zusammengesetzten Linsen, die Leuchtthurmsysteme, das Auge und die Brillen, Fernrohr und Mikroskop, ihrer Bedeutung entsprechend, eine relativ ausführliche und eingehende Darstellung gefunden haben, sind die Photometer, die experimentelle Bestimmung der Konstanten optischer Systeme und Anderes, kaum minder Wichtiges, entschieden zu kurz gekommen.

Und so ist auch die Art der Darstellung nicht überall eine gleichwerthige; denn während manche Kapitel, wie ich schon hervorhob, pädagogisch oder, wenn dies besser klingt, psychologisch vortreffliche Leistungen sind, und während z. B. die Darstellung der allgemeinen Theorie der Linsensysteme und der Abbildung in ihnen (nach Abbe), durch ihre Eleganz und Einfachheit frappirt, ist die Abbildung an einer einzelnen spiegelnden oder brechenden Fläche so umständlich ausgeführt, so mit unnöthigen Formeln überladen, dass sie für den Anfänger ein gewiss abschreckendes Aussehen gewinnt; die genaue trigonometrische Formel und dazu eine besonders schwerfällige und wenig brauchbare, ist der einfachen algebraischen im Gange der Ausführung vorangestellt — was doch gar nicht pädagogisch ist — und die allbekannte Helmholtz'sche Formel ($1/_a + 1/_b = 1/_f$) wird erst spät, und dann nicht unter genügender Betonung ihrer Wichtigkeit, eingeführt.

Die specielle Anleitung zur algebraischen und trigonometrischen Durchrechnung bezw. Vorausberechnung von achromatischen Linsen und Prismensystemen werden Praktiker gewiss mit Freuden begrüssen. Wenn Verf. sich in der Literatur dieses Abschnittes weniger auf die *Central-Zeitung für Optik und Mechanik* als Quelle periodischer Art beschränkt hätte, so wäre dieses der richtigen Schätzung mancher Punkte gewiss zu Gute gekommen.

Verfasser giebt auch ein kurzes Kapitel über die Technik der Optik, in welcher er sich durchaus nicht als erfahrene Autorität hinstellt, die er aber auf Grund von Gesehenem, Gehörtem und der Literatur — abgesehen von einigen mit untergelaufenen Versehen — recht angemessen darstellt. Bietet dieses Kapitel naturgemäss dem Praktiker keine wesentlichen Neuheiten, so kann es dem ausser der Praxis Stehenden gewiss sehr gut zur Orientirung dienen.

Die [illegible] des Werkes ist als eine recht würdige zu bezeichnen (u. A. auch [illegible] früheren Ausgaben gegen das in wissenschaftlichen Werken übliche [illegible]. Die Figuren, an sich gut ausgeführt, würden ihren Platz ent[illegible] [illegible] im Texte, als auf besonderen Tafeln, gefunden haben.

Dr. S. Czapski.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 8. Januar 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Nach einigen begrüssenden Worten des Herrn Vorsitzenden, in welchen er der Gesellschaft im kommenden Jahre erfolgreiches Arbeiten und wachsendes Gedeihen wünscht, verliest der unterzeichnete Schriftführer den Jahresbericht für 1888.

Die Gesellschaft darf auf das vergangene Jahr mit Befriedigung zurückblicken. Durch beträchtlichen Zuwachs im Laufe des verflossenen Jahres ist die Zahl der Mitglieder auf 219 gestiegen und beträgt jetzt 143 hiesige, 76 auswärtige; es schieden im Jahre 1888 drei Mitglieder, durch den Tod hat die Gesellschaft Herrn Florenz Müller verloren. Die Gesellschaft hat sich im vergangenen Jahre 16 mal versammelt, zu 13 ordentlichen und 3 ausserordentlichen Sitzungen, in denen ausser zahlreichen technischen Mittheilungen elf grössere Vorträge gehalten wurden. Gemeinschaftlich wurde die vierte Ausstellung Berliner Lehrlingsarbeiten besucht; ebenso fanden gemeinsame Besichtigungen der K. Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt sowie der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt statt. Die mit dem Vorstande der Versammlung deutscher Nuturforscher und Aerzte gepflogenen Unterhandlungen werden bei Zusammenkünften dieser wichtigen Vereinigung eine bessere Vertretung der Präcisionstechnik als bisher herbeiführen.

Nach Verlesung des Jahresberichts bringt der Schatzmeister Herr Polack den Kassenbericht zur Kenntniss der Versammlung; dem Herrn Schatzmeister wird hierauf Entlastung ertheilt.

Unter dem Vorsitze der Wahlprüfungskommission, Vorsitzender Herr Bartling, findet sodann die satzungsgemässe Neuwahl des Vorstandes statt. Der langjährige, verdiente Vorsitzende Herr Fuess hat zum grössten Bedauern der Gesellschaft wegen Geschäftsüberhäufung eine Wiederwahl abgelehnt, ebenso der bisherige Schatzmeister Herr Polack. Es werden gewählt:

1. Vorsitzender	Herr	P. Stückrath, Friedenau bei Berlin, Albestr. 8.
2. „	„	H. Haensch,
3. „	„	Dr. L. Loewenherz, Direktor der 2. (Techn.) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
1. Schriftführer	„	L. Blankenburg,
2. „	„	A. Baumann,
Archivar	„	Goette, Berlin N, Markgrafenstrasse 34.
Schatzmeister	„	O. Himmler, Berlin S. Brandenburgstrasse 9.
Beisitzer	„	J. Förster,
	„	N. Handke,
	„	Dr. H. Rohrbeck,
	„	G. Polack.

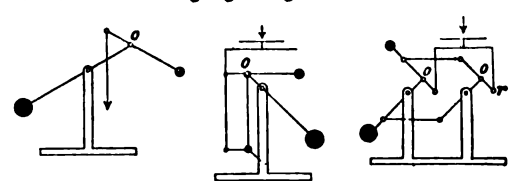
Im Interesse der Erleichterung des Geschäftsganges wird wiederholt gebeten, Mittheilungen in allgemeinen Angelegenheiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister, in Sachen der Bibliothek an den Archivar richten zu wollen.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

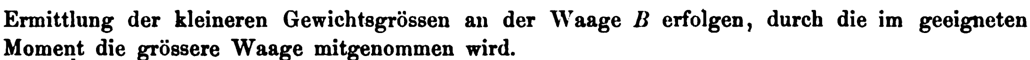
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Vermehrfachte Neigungswaage. Von O. Fleischhauer in Berlin. No. 43621 vom 5. August 1887.



Die vermehrfachte Neigungswaage entsteht, wenn in dem Lastaufhängepunkt *o* einer gewöhnlichen Neigungswaage eine zweite solche Waage aufgehängt wird, im Lastaufhängepunkt dieser eine dritte u. s. f. Infolge dieser Aufhängung wird die Bewegung der letzten Waage, in deren Schale der zu wägende Gegenstand gelegt wird, vergrössert und ein grösserer Zeigerweg erhalten. Es kann auch die um *p* drehbare grössere Waage *A* bei *z* so unterstützt werden, dass sie erst in Bewegung kommt, wenn die Last ein bestimmtes Gewicht überschreitet und die Ermittlung der kleineren Gewichtsgrössen an der Waage *B* erfolgen, durch die im geeigneten Moment die grössere Waage mitgenommen wird.



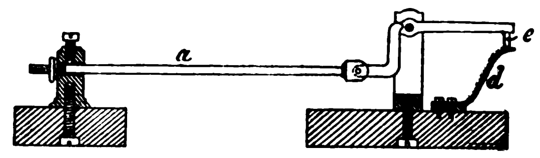
Automatischer Temperaturregulator für Gasfeuerungen. Von O. Böhm in Stuttgart. No. 44531 vom 25. December 1887.

Der Regulator besteht aus einem Hahn *P* mit vertikal beweglichem Ventil *Q*, dessen an den zwei Stellen *R* und *S* geführte Axe auf dem vertikal beweglichen Hebel *T* aufsitzt, an welchen die temperaturempfindliche Spiralfeder *u* drücken kann. Letztere befindet sich in der unten an dem Hahn *P* befestigten Kapsel *v* und sitzt auf einer durch eine Stopfbüchse gehenden Axe fest, welche aussen einen Zeiger trägt.

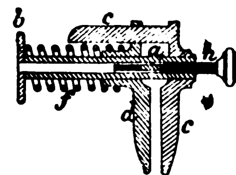
Durch die Thätigkeit des Ventils *Q* wird der Zutritt des Gases zum Brenner, der im Raum herrschenden Temperatur entsprechend, geregelt. Durch die mittels Schraube *a* regulirbare Oeffnung *z* wird ein Verlöschen der Flamme verhindert.

Apparat zum Anzeigen des Kohlensäuregehaltes der Luft. Von E. Martini in München. No. 44631 vom 4. April 1888.

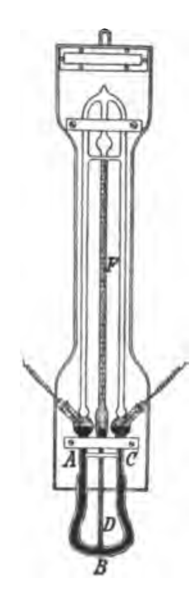
Dieser Apparat zeigt den Kohlensäuregehalt der Luft durch ein elektrisches Läutewerk an. Eine in der zu prüfenden Luft brennende Flamme wirkt auf einen Stab *a* ein. Tritt eine Ausdehnung desselben ein, so wird der Kontakt zwischen *d* und *e* aufgehoben. Dieser wird wieder hergestellt bei Zusammenziehung des Stabes, welche erfolgen soll, sobald die Flamme bei grösserem Kohlensäuregehalt der Luft kleiner wird.



Schlauchklemme mit durch Schraube begrenzbarem Federdrucke. Von G. Ludwig in Berlin. No. 43998 vom 23. Oktober 1887.



Zwei Klemmbacken *d* und *c*, von denen *d* durch eine Feder *f* auf dem Träger *ab* nach der festen Backe *c* hin verschoben wird, können zur verstellbaren Begrenzung des die Durchflussöffnung bestimmenden Abstandes beider Klemmbacken mittels der Regulirungsschraube *h* einander genähert oder von einander entfernt werden. Die Schraube *h* dient dabei zur Einstellung eines Druckstückes, gegen welches *d* infolge des Federdruckes sich anlegt.



Instrument zum Messen der Intensität eines magnetischen Feldes. Von G. Miot in Paris. No. 44134 vom 6. November 1887.

Das Instrument besteht aus einem U-förmigen Rohre *ABC*, von dessen Mittelsteg *B* sich ein Kapillarröhrchen *D* abzweigt; letzteres geht in ein mit einer Skale verbundenes Rohr *F* über, das oben mit Verlängerungen der Schenkel *A* und *C* zusammenhängt; durch eine Füllung von Quecksilber wird ferner ein Erregerstrom derart geleitet, dass das Niveau des Quecksilbers in dem Kapillarröhrchen mehr oder minder steigt, sobald der untere Theil des Rohres in das zu beobachtende magnetische Feld hineingehalten wird. Die Vorrichtung stellt sonach im Wesentlichen ein Kapillarelektrometer dar und es bildet der Einfluss des magnetischen Feldes auf den durchgeleiteten Strom ein Maass für die Intensität des Feldes.

Röhrenfeder an Spannungsthermometern. Von A. Kampe in Quedlinburg. (Zusatz-Patent zu No. 42500 vom 18. Aug. 1887.) No. 44735 vom 25. Februar 1888.

Das innere Rohr und die Kappen sind zum Zwecke der Erzielung einer grösseren wirksamen Druckfläche durch linsenförmige Mittelstücke *a* und halblinsenförmige Endstücke *m* und *n* ersetzt.

Rechenapparat. Von O. Lilienthal in Gross-Lichterfelde. No. 44632 vom 8. April 1888.

Der Rechenapparat besteht aus zwei unter einander liegenden drehbaren Scheiben, wovon die obere Scheibe eine Anzahl Löcher mit nebenstehenden Multiplikanden enthält, welche durch eine Oeffnung der Deckplatte sichtbar werden, während die darunter liegende Scheibe die Multiplikatoren und die Produkte derart angeordnet enthält, dass, wenn ein Multiplikator durch eines der Löcher der Scheibe sichtbar wird, das entsprechende Produkt gerade unter der in der gemeinsamen Deckplatte angebrachten Ableseöffnung erscheint.

Für die Werkstatt.

Schrauben- und Rohrschlüssel. *Bayer. Industr. u. Gewerbebl. 1888. S. 742.*

Im vorigen Jahrgange dieser Zeitschr. S. 144 machten wir Mittheilung über eine bequeme und sehr einfache Vorrichtung zum Festziehen von Futtern und Rohren, welche namentlich für kleinere Arbeiten äusserst bequem ist. Das vorliegende, nebenstehend abgebildete Werkzeug ist dagegen vornehmlich für schwerere Arbeiten geeignet und bei einfacher Einrichtung ebenso als Rohr- wie als Mutterschlüssel benutzbar. Das Werkzeug besteht aus zwei Theilen, dem vorn keilförmig zulaufenden Stiel *S* und dem auf seinem vorderen Theil verschiebbaren Maul *M*. Von den Keilflächen ist die eine glatt, die andere mit feinen Zähnen versehen. Fig. 1 zeigt die Anwendung als Rohrschlüssel; hier legt sich die glatte Keilfläche gegen die eine Maulfläche und die Zähne wirken bei Drehung des Stiels in der Richtung des Pfeils wie bei dem früher erwähnten Werkzeuge. Bei der in Fig. 2 dargestellten Anwendung als einfacher Schraubschlüssel wird die gezahnte Keilfläche gegen die entsprechende Maulfläche gelegt und die richtige Maulweite durch Vorschieben des Keils eingestellt Ein Stift im Stiel verhindert das völlige Herausziehen desselben aus dem Maul. Das Werkzeug ist von den Fabrikanten Feldhousen & Sherwood in Buffalo, N. Y. in den Handel gebracht. *P.*



Fig. 1. Fig. 2.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

IX. Jahrgang. **März 1889.** Drittes Heft.

Eine Vakuumwaage neuer Konstruktion.

Von

Stephan Kruspér, Professor am k. Polytechnikum in Budapest.

Für die k. ungarische Staats-Central-Aichungs-Kommission habe ich die nachstehend beschriebene Waage zur Vergleichung von Normal-Kilogrammen im luftleeren oder mit verdünnter Luft gefüllten Raume konstruirt, welche in der bekannten mechanischen Werkstatt des Herrn Jos. Nemetz in Wien zu meiner vollen Zufriedenheit ausgeführt worden ist.

Das Bedürfniss für die Herstellung von Vakuumwaagen ist erst neueren Ursprunges und machte sich geltend, als man bei der Vergleichung von Normalgewichten immer weitergehende Anforderungen an die Genauigkeit stellte. Diese liessen sich nur unter der Voraussetzung einer sehr genauen Kenntniss des Luftgewichtes während der Vergleichung erfüllen, wie sie selbst durch die präcisesten meteorologischen Bestimmungen nicht hinreichend zu erlangen war. Ich fand bereits 1870 in dem Museum des französischen Meter-Komitee zu Paris eine Waage von Deleuil[1]) vor, welche für Wägungen im luftleeren Raum eingerichtet war. Bei derselben musste jedoch der Recipient jedes Mal geöffnet werden, um ein Gewichtstück auf die Waagschalen zu legen. Alsdann musste die Luft von Neuem ausgepumpt werden.

Wesentlich vollkommner war die Einrichtung der Vakuumwaage, welche Bunge für das *Bureau international des poids et mesures* geliefert hatte. Nichtsdestoweniger entsprach dieselbe ihrem Zwecke nicht vollständig, da die Waagschalen nicht zum Arretiren eingerichtet und die Auflagerung der kleinen Zulagegewichte auf den Schalen dieselben nicht hinreichend gegen das Herabfallen sicherte. Nachträglich ist diese Waage von Herrn P. Stückrath in Berlin umgearbeitet worden und funktionirt gegenwärtig viel sicherer.

Die Gesichtspunkte, welche mich bei der Konstruktion der hier zu beschreibenden Waage leiteten, waren die folgenden:

1. Alle Bewegungen, welche die Manipulation der Wägung erfordert, sollen von Aussen in das Innere des Recipienten geleitet werden, ohne den letzteren zu berühren.

2. Die Waage soll vier Arretirungen besitzen und zwar für den Waagebalken, für die Gehänge, für die Schalenträger und für die Schalen selbst.

3. Die Gewichte sollen nach dem Gauss'schen Wägungsverfahren umgesetzt werden können.

4. Gewichtsdifferenzen bis 400 Milligramm sollen durch Gewichtszulagen, welche um je ein Milligramm steigen, ausgeglichen werden können.

---

[1]) Vergl. Löwenherz, Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Ausstellung in London 1876.

Diesem Programm ist in folgender Weise genügt worden.

Die Waage, welche nachstehende Fig. 1 perspektivisch darstellt, ist auf einer starken runden Gussstahlplatte *A* aufgebaut. In der Mitte dieser Platte ist die Tragsäule *B* der Waage befestigt. Im unteren Theil der Säule befindet sich eine, die Arretirungsexcenter tragende horizontale Welle, deren Drehung von dem in Fig. 1 links vorn sichtbaren Handgriffe *C* einer horizontalen Welle *c* aus erfolgt. Die Bewegung desselben wird durch Kegelräder mittels der Vertikalaxe *D*, welche durch eine in die Grundplatte luftdicht eingesetzte stählerne Stopfbüchse geht, in das Innere übertragen. Zur Sicherung der Dichtung zwischen Stopfbüchse und Axe sind

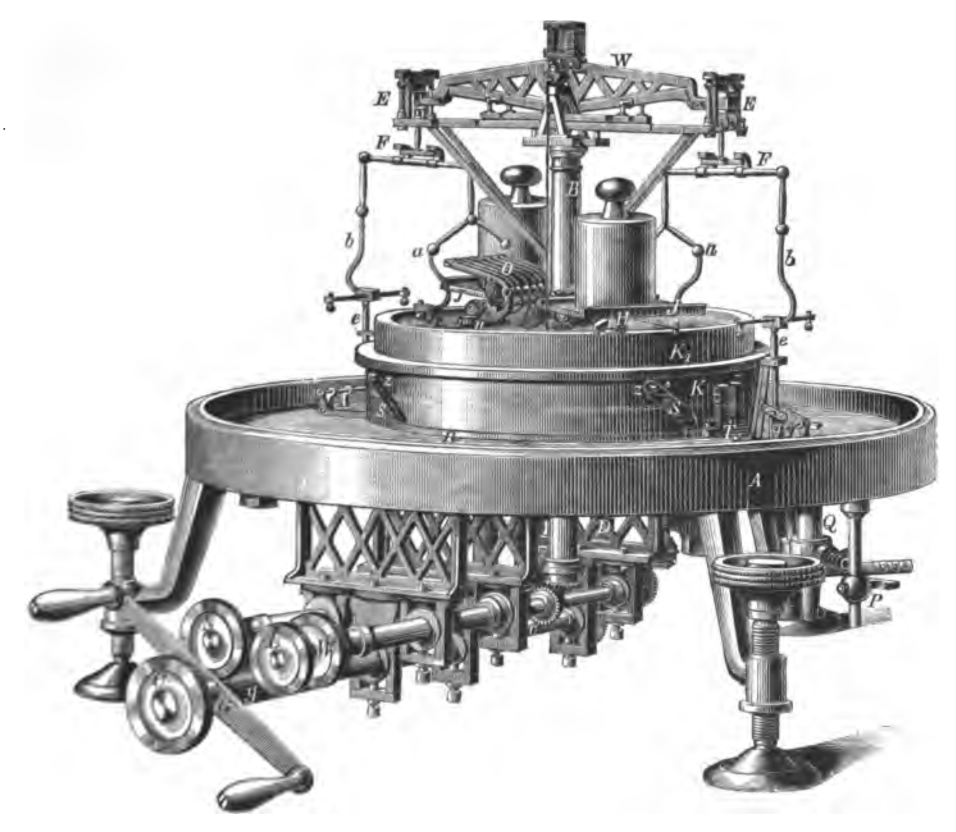


Fig. 1.

an allen so durch die Grundplatte geführten Axen Schälchen *q* befestigt, in welche Quecksilber gegossen wird (Fig. 3a a. S. 84).

Der Balken *W* ist wie gewöhnlich rahmenartig durchbrochen, mit schräggestellten Verbindungsstreben versehen und zwar aus einer massiven Platte herausgeschnitten.

Die Schneiden sind aus schwarzem Feuerstein, die drei Planlager aus Karneol, welches Material vom Verfertiger der Waage für grössere Belastungen vielfach angewendet wird und sich gut bewährt hat. Die Mittelschneide ruht der ganzen Länge nach auf ihrem Lager, welch' letzteres in einer Kulisse gut eingepasst ist, aber zur Erleichterung der Abnahme des Balkens herausgezogen werden kann. Durch diese Art der Einfügung wird eine Deformation des Lagers, welche bei gewaltsamer Einpressung leicht eintritt, vermieden. Die Befestigung der Endschneiden ist so angeordnet, dass

ihre Justirung parallel zur Mittelschneide unabhängig von der Berichtigung der Armlängen erfolgen kann.

Zu diesem Behufe ist, wie aus Fig. 2 ersichtlich, das verstärkte Ende des Balkens *a* oben mit einer ebenen Fläche versehen, in welche eine flache cylindrische Senkung hineingearbeitet ist. Eine Platte *b* ist auf der unteren Fläche mit einem passenden Zapfen versehen und durch die Schraube *s* mit *a* verbunden. Eine feine Drehbewegung der Platte *b* um den Zapfen wird durch zwei Schräubchen s_1 und s_2 ermöglicht, welche durch zwei seitlich über *a* greifende Ansätze von *b* gehen und sich gegen *a* stützen. Auf der oberen Fläche von *b* gleitet das die Schneide enthaltende Klötzchen *c*, welches durch eine Aussparung, mit der es auf *b* gepasst ist, an jeder Drehung gegen *b* verhindert wird. Mittels der Schräubchen s_3 s_4 kann das Klötzchen *c* mit der Schneide in der Richtung des Balkens verschoben werden.

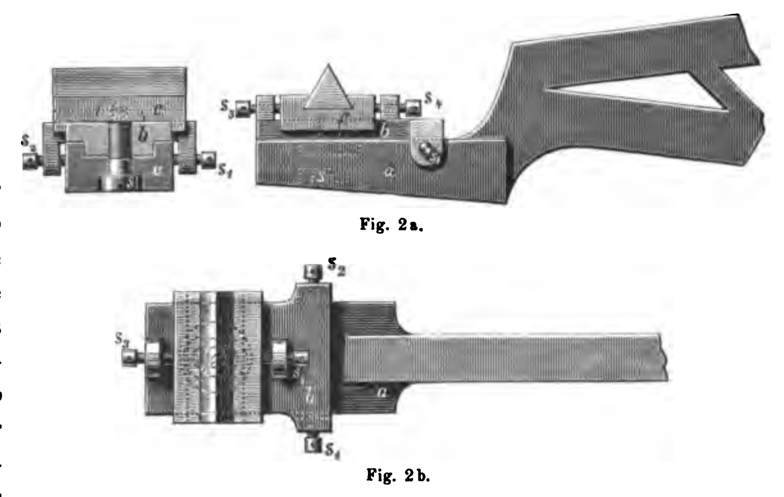

Fig. 2a.

Fig. 2b.

Die Gehänge *EE* sind durch je zwei gekreuzte Spitzengelenke mit den Schalenträgern *FF* verbunden, deren Form aus der Figur 1 ersichtlich wird. Die der Säule *B* zunächst liegenden herabhängenden Arme *aa* der Schalenträger sind gegabelt, um für die Zulagegewichte Raum zu schaffen, und ihre horizontal nach aussen gebogenen Enden mit Spitzschrauben versehen. Die äussern Arme *bb* tragen je eine horizontale Querleiste, deren Enden ebenfalls mit Spitzschrauben versehen sind. Auf diesen vier Spitzen ruht die Gewichtsschale *J*, welche von einer viereckigen Platte mit zwei aufgebogenen Kanten und entsprechend angebrachten Vertiefungen gebildet wird. Zur Arretirung und zur Beruhigung seitlicher Schwingungen der Schalenträger dienen für jeden derselben drei von der Excenterwelle aus durch Vermittlung von Zugstangen *d* mittels Kniehebeln *f* (Fig. 3b a. f. S.) vertikal bewegliche Stifte *ee*, deren zwei in Spitzen endigen, welche von unten her in passende Höhlungen der Schalenträger greifen. Diese Höhlungen sind überall so gestaltet, dass die erste eine konische, die zugehörige zweite eine rinnenförmige Vertiefung bildet.

Die Vertauschung der Gewichte erfolgt zusammen mit den Schalen durch die folgende Einrichtung. Auf der Grundplatte ist centrisch ein flacher Ring *R* (Fig. 1 und 3a) mit eingedrehter Nuth befestigt, welche einem Kranz *K* als Lauffläche dient. *K* hat unten einen nach innen ragenden Rand, welcher mit Zahnung versehen ist. Einen ebensolchen, jedoch nur theilweise verzahnten Rand hat ein zweiter Kranz K_1, welcher im ersteren leicht passend sich befindet. In der Wand von *K* befinden sich in gleichen Abständen auf dem Umfange vertheilt vier gegen die Basis um etwa 45° geneigte Schlitze *S*, in welche vier entsprechend in K_1 befestigte Zapfen *z* hineinragen. Zwei von diesen, welche diametral gegenüberstehen, haben eine prismatische Verlängerung, welche in den vertikalen Schlitz eines ausser-

halb des Kranzes K stehenden Ständers T gerade hineinpasst. Wird mittels eines vertikal stehenden Zahnrades Z (Fig. 3b), welches durch eine Kegelradübertragung von dem Handgriff G (Fig. 1) einer horizontalen Hohlwelle g aus bethätigt wird, der äussere Kranz K gedreht, so ist K_1 zunächst an der Drehung verhindert, steigt aber in Folge der Schraubenwirkung der vier schrägen Schlitze S in K mittels seiner Zapfen und durch dieselben geführt in die Höhe. Mit K_1 sind zwei diametral gegenüberliegende Hebekreuze H verbunden, welche in den beiden Endlagen unter den Schalen J sich befinden und diese bei der Hebung von K_1 mit vier Spitzen vom Schalenträger abheben. Die Hebung ist beendet, sobald die prismatischen Verlängerungen der Führungstifte den höchsten Punkt der Ständer T überschritten haben. Alsdann nimmt auch der innere Kranz K_1 nebst den Schalen und Gewichten an der Drehung Theil. Von der inneren Verzahnung von K_1 sind diejenigen Zähne fortgelassen, welche den beiden um 180 Grad auseinanderliegenden Stellungen entsprechen, in welchen die Hebung und Senkung erfolgt. Fig. 1 zeigt K_1 in der höchsten Stellung mit den Schalen und Gewichten belastet während der Bewegung der vorderen Schale von links nach rechts. Ist eine Drehung vollendet, so stehen die prismatischen Verlängerungen der Stifte wieder genau über den vertikalen Schlitzen in T, das treibende Zahnrad steht nur in Eingriff mit der innern Verzahnung von K und es genügt ein geringes Rückwärtsdrehen, um K_1 zu senken, wobei die Schlitze in T den Kranz K_1 führen und die Schalen sammt den Gewichten auf die Schalenträger niederlassen.

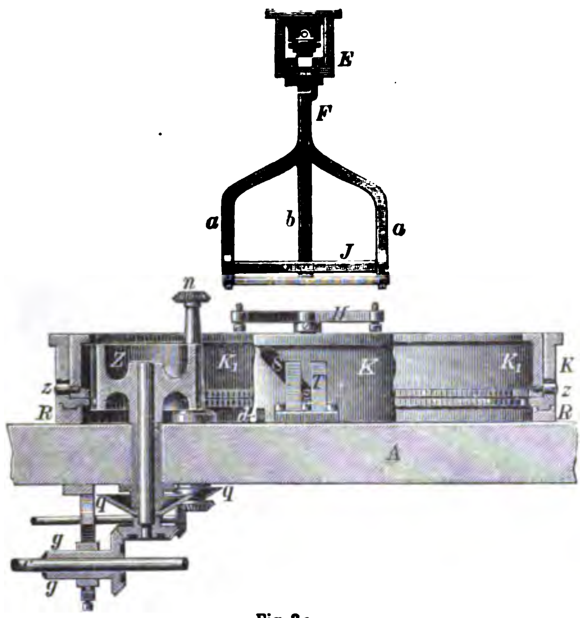


Fig. 3a.

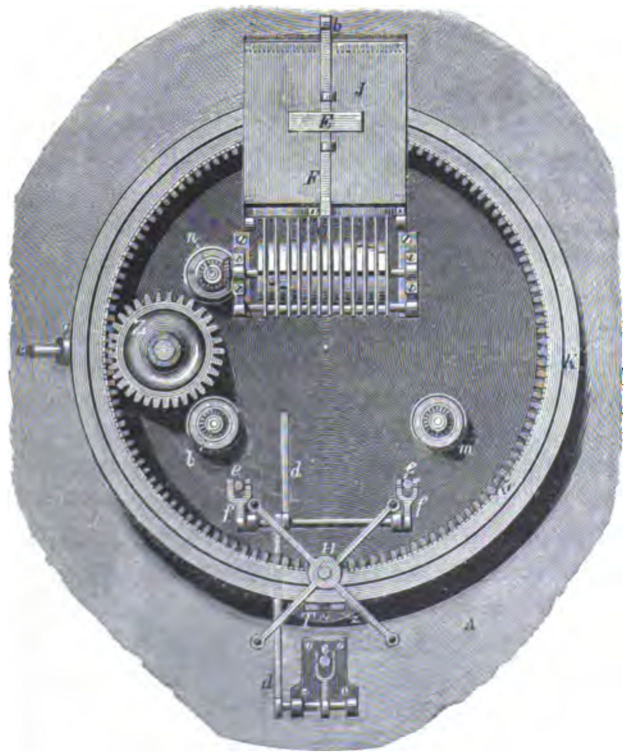


Fig. 3b.

Das Auflegen der Zulagegewichte auf den Rand der Waagschalen erfolgt durch Hebel O, die an ihrem hinteren Ende drehbar gelagert und am vorderen

Ende mit Zapfen versehen sind, auf welche die Reitergewichte gehängt werden. Die Hebel werden durch Excenter in Bewegung gesetzt, welche, wie in Fig. 4 schematisch angedeutet ist, so angeordnet sind, dass jeder Hebel seine Bewegung erst beginnt, nachdem der vorhergehende eine Drehung um etwa 40 Grad fast vollendet hat. Dabei legt der Hebel sein Reitergewicht, welches einen nach der Schale gerichteten Haken besitzt, auf die aufgebogene Schalenkante ab und senkt sich dann so tief, dass er von der Schale bei Schwingen des Balkens nicht erreicht wird. Man braucht drei Gattungen von Reitergewichten: 3 Stück zu 100 *mg*, 10 St. zu 10 *mg* und 10 St. zu 11 *mg* und es sind dementsprechend 23 Hebel vorhanden, welche auf 3 Axen angeordet sind. Aus den schematischen Figuren 3 ist die Anordnung der drei von den Griffen *LMN* (Fig. 1) bewegten, entsprechend mit *lmn* bezeichneten Vertikalaxen ersichtlich; ebenso ist darin die Anordnung der einen Hebelreihe nebeneinander im Grundriss dargestellt. Der Ausgleich der Differenz der zu vergleichenden Gewichte erfolgt systematisch, indem zuerst die Hunderter, dann die Zehner und endlich die Einheiten des Milligramm zugelegt werden. Das letztere geschieht dadurch, dass auf der einen Seite 11 *mg*, auf der anderen 10 *mg* angehängt werden. Dies ist zweckmässiger als die direkte Zufügung von Stücken zu 1 *mg*, da diese wegen ihrer Kleinheit nicht gut verwendet werden können. Die Bruchtheile des Milligramm werden an der Skale der Waage, deren Empfindlichkeit besonders bestimmt wird, abgelesen.

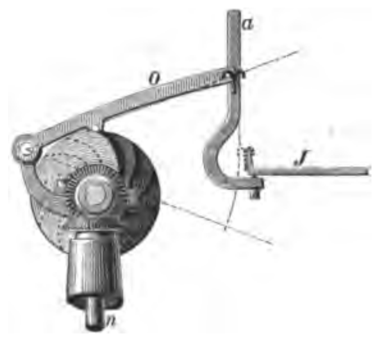


Fig. 4.

Die optische Ablesung der Skale ist bei meiner Waage eigenthümlich und unterscheidet sich von allen anderen vortheilhaft dadurch, dass sie eine solide Fundirung weder der Waage noch des Fernrohrs erfordert. In der Längsrichtung des Waagebalkens, in gleicher Entfernung von der mittleren Schneide werden zu beiden Seiten Skalen in vertikaler Stellung fest angebracht, in der Mitte des Waagebalkens aber zwei kleine achromatische Glasprismen, ähnlich wie bei dem Prismenkreuz von Bauernfeind befestigt. Die Strahlen, welche von den Theilstrichen ausgehen, treten an der Kathetenfläche der Prismen ein, werden an der Hypotenusenfläche gegen die andere Kathetenfläche reflektirt und treten in das Fernrohr, welches mit den Prismen in gleicher Höhe angebracht ist. Man sieht im Gesichtsfeld beide Skalen nebeneinander, und wenn der Waagebalken in Schwingungen geräth, bewegen sich die Bilder in entgegengesetzter Richtung. Die eine Skale hat Millimeter, die andere Centimeter-Theilung und man beobachtet bei der Umkehrung der Bewegung der Bilder den Millimeterstrich, welcher mit einem Centimeterstrich zusammenfällt. Es ist dabei gleichgiltig, welcher Centimeterstrich abgelesen wird; man liest an dem in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinenden ab und reduzirt diese Ablesung auf denjenigen Centimeterstrich, welcher der Ruhelage entspricht und als Index gilt. Diese optische Ablesung ist nachträglich an vielen anderen Präcisionswaagen angebracht und mit bestem Erfolg angewendet worden. Die Koincidenz der Bilder ist unabhängig von der etwaigen Verstellung des Fernrohrs während der Beobachtung. Auch eine kleine Bewegung der Waage hat keinen Einfluss auf die relative Lage der Bilder, insofern nicht eine bedeutende Erschütterung der Waage eintritt, was eine plötzliche Aenderung des Schwingungsbogens, der Amplitude und eine Unterbrechung der Kontinuität in der Beobachtungsreihe nach

sich ziehen würde. Die Waage lässt sich demnach in jedem Zimmer aufstellen. Besser ist es natürlich, wenn man den Fussboden ausschneidet und das Gestell der Waage auf die Unterfüllung des Fussbodens stellt, um die Erschütterung des letzteren abzuhalten. Die Waage ist mit einer auf der Grundplatte durch Schleifen gedichteten Glocke bedeckt, welche in der Richtung des Waagebalkens zwei Durchbrechungen und senkrecht dazu eine dritte Oeffnung hat, die sämmtlich mit ebenen Glasplatten geschlossen sind.

Zur Verbindung mit der Luftpumpe und Barometer, sowie zum Einlassen von Luft sind zwei Rohre *P Q* (Fig. 1) mit Hahnverschluss durch die Grundplatte geführt.

Ueber das Eindringen von Wasser in die Glasoberfläche.

Von

Dr. **O. Schott** in Jena.

Im Jahre 1883 wurden dem Verfasser von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission einige Bruchstücke von Thermometerröhren übergeben, welche nach mehrtägigem Aufenthalt in siedendem Wasser durch die ganze Wandstärke des Glases gehende hakenförmige Sprünge gezeigt hatten und bei gelinder Berührung in grössere zusammenhängende Stücke zerfielen. Als Verfasser die Fragmente in der Gasflamme erhitzte, so dass der Siedepunkt des Wassers überschritten wurde, löste sich von der Aussenfläche eine dünne Glasschicht in feinen amorphen Schuppen ab, während die innere Wandung unverändert blieb. Die Oberfläche hatte vor dem Erwärmen irgend welche sichtbaren Veränderungen nicht erkennen lassen. Es liegt nahe, aus diesem Verhalten den Schluss zu ziehen, dass die Aktion des Wassers nicht blos in einer Auflösung der das Glas zusammensetzenden Verbindungen besteht, sondern sich durch Eintritt von Wasser in die äussersten Schichten des Glases bemerkbar macht. Die durch schnelle Verdampfung des Wassers beim Erwärmen eintretenden lokalen Spannungen sind die Ursache des Entstehens der feinen Absplitterungen.

Im Hinblick auf den ausgedehnten Gebrauch des Glases für grundlegende Maassbestimmungen in der Physik und Chemie schien es von Bedeutung zu sein, der oben ausgesprochenen Vermuthung an einigen Glassorten weiter nachzuforschen.

Zu diesem Zwecke wurden in einer grossen Porzellanschale die zu untersuchenden Gläser in Form von Röhren oder Scheibchen (um eine Bestimmung des Oberflächeninhaltes zu gestatten) fünf Tage lang mit heissem destillirten Wasser auf dem Wasserbade digerirt, derart, dass die Erhitzung des Wasserbades nur während der Tageszeit stattfand. Die Gläser wurden erst mit Wasser, Alkohol und Aether sorgfältig gereinigt, mehrere Stunden über Schwefelsäure getrocknet und erst vor der Behandlung mit Wasser, dann nach dieser und schliesslich nach Erhitzen im Trockenschrank bis auf 150° gewogen. Die Behandlung der Gläser geschah mit möglichster Vorsicht. Man konstatirte, dass eine Gewichtsveränderung höchstens bis zu 2 oder 3 Zehntel eines Milligramm eintrat, wenn man die Gegenstände nach einer ersten Wägung einige Stunden an der Luft liegen liess, in der vorgenannten Weise von Neuem reinigte und die Wägung wiederholte.

Das Ergebniss der Prüfung nachstehender Glasarten war folgendes:

1) Thüringer Glas untergeordneter Qualität *T*. Analyse: K_2O 7,32; Na_2O 15,87; CaO 5,66; $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 2,11; MgO 0,24; SiO_2 68,69.

6 Röhren von 1,666 *qdm* Oberfläche mit einem Gewicht von	32,9073 *g*
Gewichtsverlust nach Behandlung im Wasser	0,0176 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0107 „
„ „ nach Erhitzen auf 150°	0,0081 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0049 „

Nach Erwärmen im Wasser war die Glasoberfläche unverändert; nach Erhitzen auf 150° im Luftbade korrodirte sie vollständig und liess reichlich Oberflächenpartikelchen in Form kleiner Schuppen abfallen; der Verlust von 8,1 *mg* ist also nicht allein Wasser gewesen.

2) Besseres Thüringer Glas *F*. Analyse: K_2O 3,38; Na_2O 16,01; CaO 7,24; Al_2O_3 3; Fe_2O_3 0,42; MgO 0,26; MnO 0,43; As_2O_5 0,24;[1]) SiO_2 69,02.

Dieses wurde in dreifacher Art untersucht:

a) Nach zweijährigem Lagern an der Luft.

b) Nach voraufgegangener Erwärmung auf 150°.

c) Nach Erhitzen bis zum beginnenden Erweichen.

a) Zwei Röhren von 3,956 *qdm* Oberfläche und einem Gewicht von	23,4593 *g*
Gewichtsverlust nach der Behandlung im Wasser	0,0139 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0035 „
„ „ nach Erhitzen im Trockenraum auf 150° .	0,0032 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0008 „

Nach der Entnahme aus dem Wasser schien die Oberfläche dieses Glases durchaus unverändert; nur nach Erhitzen im Trockenschranke bemerkte man sehr feine, zahlreich die ganze Oberfläche bedeckende Risse, ohne dass indessen Glaspartikelchen abgesprungen wären. Die günstigere Zusammensetzung dieses Glases erklärt es, dass die Veränderung der Oberfläche nicht so weit geht wie bei dem vorigen. Das aus der Glassubstanz entweichende Wasser ist nicht in so grosser Menge und bis zu einer Tiefe eingedrungen, um die Zerstörung der wasserhaltigen Glashaut zu veranlassen.

b) Zwei Röhren von 3,67 *qdm* Oberfläche mit einem Gewicht von	18,2912 *g*
wurden, bevor sie der Behandlung mit Wasser ausgesetzt wurden, auf 150° erwärmt; Verlust hierbei	0,0004 „
Gewichtsverlust nach der Behandlung mit Wasser	0,0091 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0025 „
„ „ bei Erhitzen auf 150° nach der Behandlung mit Wasser	0,0031 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche	0,0008 „

Die nach Erhitzen im Trockenraum entstandenen Risse waren sehr fein und kaum mit blossem Auge zu erkennen. Die Resistenz der Oberfläche war schon nach voraufgegangenem Erwärmen auf 150° günstiger geworden.

---

[1]) Dieser Gehalt an Arsensäure ist nur von Zeit zu Zeit in wechselnder Menge zu beobachten; er erklärt sich aus dem in den thüringer Hütten üblichen Verfahren, die Ueberbleibsel von der Anfertigung der mit Emaille belegten Röhren den nächsten Glasschmelzungen beizumischen. Die benutzte Emaille enthält etwa 9 bis 10% Arsensäure; sie kann sich in solchem Maasse im Glase ansammeln, dass die Röhren während der Arbeit vor der Gebläselampe sich mit einer braunen Oberflächenschicht bedecken. Dieses Braunwerden des Glases durch Arsen ist gelegentlich eines Vorkommnisses in der Friedrich'schen Hütte in Stützerbach vor einigen Jahren konstatirt und vom Verf. durch entsprechende Laboratoriumsversuche bestätigt worden.

Zwei Röhren von 3,626 *qdm* Oberfläche im Gewicht von . . 22,1298 *g*
Gewichtsverlust nach Behandlung im Wasser . . . . . 0,0067 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche . . . . 0,0018 „
„ „ nach Erhitzen auf 150° . . . . 0,0023 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche . . . . 0,0006 „

Es waren bei diesem Glase auch mit bewaffnetem Auge keine Oberflächenänderungen zu sehen.

Eine frische Glasoberfläche, wie sie durch kurz voraufgegangene Anfertigung oder erneutes Erweichen hergestellt werden kann, ist gegen Wasser widerstandsfähiger als eine solche, welche schon längere Zeit den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen ist.

3) Im hiesigen Laboratorium dargestelltes Glas XVIII (Zusammensetzung: Na_2O [illegible]%; PbO 10%; ZnO 7%; B_2O_3 3%; SiO_2 66%).

Vier offene Röhren von 3,39 *qdm* Oberfläche und einem Gewicht von 26,0467 *g*
Gewichtsverlust nach Behandlung im Wasser . . . . . 0,0042 „
„ „ auf 1 *qdm* . . . . 0,0012 „
„ „ nach Erhitzung auf 150° . . . . 0,0000 „

Die Oberfläche zeigte einen bläulichen Schiller ohne sonstige Aenderung der Beschaffenheit.

4) Glas XXII (Zusammensetzung: Na_2O 14, K_2O 14, CaO 6, SiO_2 66%).

Die Röhren zeigten schon nach 36stündigem Aufenthalt im warmen Wasser zahlreiche unregelmässige Sprünge und zerfielen theilweise. Die Oberfläche wurde rauh. Durch Erhitzen auf 150° fand eine bedeutende Abblätterung der Oberfläche statt und die Glasmasse war mit zahllosen Rissen durchsetzt. Unter diesen Verhältnissen war natürlich an eine zahlenmässige Feststellung der Verluste nicht zu denken.

5) Im hiesigen Hüttenbetriebe geschmolzen: Glas 3 III (Zusammensetzung: Na_2O 16; CaO 16; Al_2O_3 2; B_2O_3 4; SiO_2 62%).

15 Röhren von 10,14 *qdm* Oberfläche und einem Gewicht von 98,9257 *g*
Gewichtsverlust im destillirten Wasser . . . . 0,0566 „
„ „ auf 1 *qdm* . . . . 0,0055 „
„ „ durch Erhitzen auf 150° . . . . 0,0000 „

Die Röhren hatten einen schwach bläulichen Schiller angenommen, sonst war keine Veränderung zu bemerken.

6) Glas 6 III (Zusammensetzung: Na_2O 15; K_2O 5; Al_2O_3 5; B_2O_3 2; SiO_2 73%).

18 Röhren mit 13,02 *qdm* Oberfläche im Gewicht von . . 159,2161 *g*
Gewichtsverlust im Wasser . . . . 0,0117 „
„ „ pro *qdm* Oberfläche . . . . 0,0009 „
„ „ durch Erhitzen auf 150° . . . . 0,0096 „
„ „ pro *qdm* Verlust . . . . 0,0007 „

Oberfläche unverändert.

7) Glas 15 III (Zusammensetzung: Na_2O 8, K_2O 9, CaO 7, ZnO 7, Al_2O_3 2, SiO_2 67%).

10 Röhren mit 6,562 *qdm* Oberfläche und im Gewicht von 31,1829 *g*
Gewichtsverlust im Wasser . . . . 0,0059 „
„ „ pro *qdm* . . . . 0,0009 „
„ „ durch Erhitzen auf 150° . . . . 0,0004 „
„ „ pro *qdm* . . . . 0,00006 „

8) Glas 13 III (Zusammensetzung: K_2O 15, ZnO 20, B_2O_3 7, SiO_2 58%).

11 Röhren mit 7,90 *qdm* Oberfläche und im Gewicht von	74,8306 *g*
Gewichtsverlust nach Behandlung im Wasser	0,0126 „
„ „ pro *qdm*	0,0016 „
„ „ nach Erhitzen auf 150°	0,0019 „
„ „ pro *qdm*	0,00024 „

Man ersieht aus diesen Zahlenangaben den Gewichtsverlust des Glases durch die lösende Wirkung des Wassers und erkennt die vom Glase in seine Substanz aufgenommene Wassermenge, bezogen auf die vom Wasser berührte Flächeneinheit (*qdm*). In die Augen fallend ist hierbei der Unterschied der reinen Natrongläser und der kalihaltigen Gläser; während die ersteren ein Erwärmen auf 150° gestatten, ohne ihr Gewicht zu verändern, ist bei den letzteren — besonders in den weniger widerstandsfähig zusammengesetzten Arten — ein wohl erkennbarer Wasserverlust zu konstatiren, der sich mehrfach durch Veränderungen der Oberflächenbeschaffenheit (Abschuppen oder Rissigwerden) äussert. Erhitzt man vielgebrauchte Laboratoriumsgeräthe (Reagensröhren, Bechergläser, Spritzflaschen) aus gewöhnlichen Glassorten, die dauernd mit Wasser in Berührung gewesen sind, in der Gasflamme, so findet man bekanntlich häufig feine Oberflächenrisse, die auf Entweichen des aufgenommenen Wassers zurückzuführen sind. Manche leicht schmelzbare, wenig Kalk haltende, mit Kali zusammengesetzte Glassorten ziehen, wenn sie lange genug liegen, schon aus der Atmosphäre genügend Wasserdampf an, um bei nachherigem Erhitzen jene rissige Oberfläche zu zeigen, wie man sie vielfach an Lampencylindern, die lange Zeit unbenutzt gelegen haben, beobachten kann.

Die drei hier dargestellten Kaligläser No. 547, 564 und 563 mit einem Kaligehalte von 33, 35 und 42% zogen durch mehrwöchentliches Lagern an der Luft so viel Wasser an, dass sie unter dem Einflusse der Wärme eine beträchtliche Absplitterung kleiner Glasfragmente zeigten. Durch längeres Liegen bedeckten sich diese Gläser mit einer runzeligen Haut, welche man bis zu einer gewissen Tiefe mit einem Messer in ähnlicher Weise wie Horn abschaben konnte. Nach einigen Jahren hatte sich die Rinde von 563 immer mehr verdickt, und floss allmälig vom Kern ab, obschon sie den Eindruck eines festen Körpers machte. Die abfliessende Masse bewahrte, soweit sie nicht durch die Einwirkung der Kohlensäure äusserlich zersetzt wurde, vollkommen ihren amorphen Charakter. Durch andauerndes Erhitzen auf 200 bis 300° blähte sie sich auf und verwandelte sich unter Beibehaltung der amorphen Beschaffenheit in eine bimsteinartige Masse.

Reichlich Natron haltende Gläser, wie No. 232 (SiO_2 45, Na_2O 20 und BaO 35) und 107 (SiO_2 und Na_2O), waren zwar ebensowenig haltbar wie die mit Kali zusammengesetzten; der Beginn der Veränderung äusserte sich hier durch eine krystallinische Kruste, welche sich von dem glasartigen Kern leicht ablöste. Die Anwendung höherer Wärme brachte im Uebrigen keine Veränderung der Oberfläche zu Stande.

Aus dem angeführten Verhalten geht hervor, dass wasserhaltiges Kalisilicat seinen glasigen Charakter beibehält, auch wenn grössere Mengen Wasser aufgenommen werden, dagegen wird wasserhaltiges Natronsilicat stets krystallinisch.

Das Bestehenbleiben einer amorphglasigen Schicht, auch bei ungünstiger Zusammensetzung ist für die Kaligläser insofern von Vortheil, als sie durch dauernde Einwirkung des Wasserdampfes der Atmosphäre nicht wie die Natrongläser matt werden, sondern eine glänzende Oberfläche behalten.

Für feinere Verwendungen zu chemischen und physikalischen Zwecken ist es angebracht, der Zusammensetzung des Glases besondere Aufmerksamkeit zu widmen und darauf zu achten, ob der Ein- oder Austritt von Wasser an der Oberflächenschicht von kalihaltigen Gläsern nicht Fehlerquellen bilden kann. Will man solche Vorkommnisse möglichst ausschliessen, so thut man gut, sich der Natrongläser zu bedienen.

Neue Registrirapparate für Regenfall und Wind, mit elektrischer Uebertragung.

Von

Dr. **A. Sprung** und **R. Fuess** in Berlin.

Die Registrirung der Windgeschwindigkeit vermöge elektrischer Uebertragung geschieht meistens nach dem Princip des Chronographen, d. h. in solcher Weise, dass die Uhr einen Papierstreifen gleichförmig voranbewegt, während das Robinson'sche Schalenkreuz nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen auf dem Papierstreifen eine Marke erzeugt. Diese Marken folgen einander um so schneller, je grösser die Windgeschwindigkeit ist; diejenige Grösse, auf deren Messung die Bestimmung der Windgeschwindigkeit beruht, nämlich der Abstand zwischen je zwei Marken, ist demnach um so kleiner, je grösser die Windgeschwindigkeit ist, und es liegt auf der Hand, dass hierbei kleine Messungsfehler des Markenabstandes einen um so grösseren Fehler in der Bestimmung der Windgeschwindigkeit nach sich ziehen werden, je mehr die letztere anwächst[1]). Sollen also die grossen Windgeschwindigkeiten mit einiger Genauigkeit gemessen werden, so muss man die konstante Geschwindigkeit des Papierstreifens sehr gross wählen; dann liegen aber bei kleinen Windgeschwindigkeiten die Marken unleidlich weit auseinander und überdies ist der Papierverbrauch ein unnütz grosser, da ja stürmische Winde zu den Ausnahmen gehören.

Ganz besonders auffällig werden aber die letzterwähnten Uebelstände, wenn man den Regenfall in entsprechender Weise registrirt, indem man sich z. B. der Horner'schen Wippe (*W* in Fig. 1 a. f. S.) bedient, welche nach einer bestimmten Regenmenge umkippt und dabei einen elektrischen Stromschluss ausführt. — Während ein Anemometer fast immer in Bewegung ist, kommt der Regenmesser nur dann und wann zur Thätigkeit; es kann hier vorkommen, dass die Uhr des Regenmessers wochen- und monatelang den Papierstreifen voranschiebt, ohne dass der Papierverbrauch irgend einen Zweck hat; will man aber hierbei sparen, so werden bei den stärksten Regengüssen die Marken so nahe zusammenrücken, dass sie kaum mehr von einander zu unterscheiden sind.

Für jene beiden meteorologischen Elemente kann man nun diese Schwierigkeiten in folgender Weise umgehen: man kehrt die Sache um und richtet es so ein, dass der Papierstreifen durch den Einfluss des betreffenden meteorologischen Elementes vorangeschoben wird, während die Uhr die Marken erzeugt; alsdann ist

[1]) Theoretisch behandelt in *dieser Zeitschr. 1882. S. 206*, wo auch die Vorläufer der im Folgenden zu beschreibenden Apparate besprochen sind. Wir wiederholen hier kurz die Ableitung: Ist v die Windgeschwindigkeit, s der Raum zwischen zwei Marken, und c eine Konstante, so hat man: $v = c/s$, woraus folgt: $dv = -(c/s^2)\,ds$ oder, wenn s aus der ersten Gleichung substituirt wird: $dv = (v^2/c)\,ds$. Wenn nun ds einen bei der Messung von s begangenen Fehler bedeutet, so bezeichnet dv den dadurch hervorgerufenen Fehler in der Bestimmung von v, und man sieht, dass letzterer — bei gleicher Grösse von ds — dem Quadrate der Windgeschwindigkeit proportional ist.

z. B. die Windgeschwindigkeit v der Strecke s zwischen zwei Marken proportional: $v = c_1 s$, und man sieht, dass, wenn s beispielsweise mit der Genauigkeit $^1/_{100}$ bestimmt wird, dieses auch stets mit der Windgeschwindigkeit v der Fall ist. — Dasselbe gilt natürlich auch beim Regen.

Bei der ausführlichen Publikation der Aufzeichnungen meteorologischer Registrirapparate pflegt man sich auf die Angabe der numerischen Stundenwerthe zu beschränken. Dementsprechend erscheint es angemessen, zu jeder vollen Stunde eine Marke von der Uhr erzeugen zu lassen; alsdann ist die Stundenmenge des Windes oder Regens dem Papierstücke zwischen zwei Marken proportional und kann ohne jede Rechnung mit Hilfe eines in gleiche Abstände getheilten Maassstabes gemessen werden.

Auf diese Weise würde indessen manches interessante Detail ganz verloren gehen; man würde z. B. bei schnell vorübergehenden Erscheinungen, wie die Gewitter es meistens sind, häufig über den eigentlichen Gang der Elemente gar nichts erfahren. Diesem Uebelstande kann man aber leicht abhelfen, ohne des vorher besprochenen Vortheils verlustig zu gehen, und zwar in folgender Weise: Vermöge der Uhr ertheilt man einem Schreibstifte eine gleichförmige Bewegung, quer über den Papierstreifen hinweg, so zwar, dass derselbe in einer Stunde vom linken zum rechten Rande des Papierstreifens gelangt, am Ende einer jeden Stunde aber nach dem linken Rande des Streifens zurückschnellt. (Der Ausdruck „Rand" ist hierbei nicht ganz wörtlich zu nehmen.) Der letztere Theil der Bewegung liefert dann die oben als nothwendig erkannten Stundenmarken. Das ganze Ergebniss ist eine vollkommen kontinuirliche Aufzeichnung, deren Einzelheiten nöthigenfalls zur Verwendung bereit sind. Diese bereits *in dieser Zeitschrift 1882, S. 206* erörterten Principien sind bei einem mechanisch registrirenden Anemographen, welcher *in dieser Zeitschrift 1884, S. 300* beschrieben ist, zur Anwendung gekommen. Gegenwärtig liegt der Apparat in einer modificirten Ausführung vor, bei welcher die Uebertragung sowohl der Geschwindigkeit als auch der Richtung des Windes mit Hilfe des elektrischen Stromes geschieht (Fig. 5 S. 94 und 9 S. 97). Entfernt man von dem Registrirwerke dieses Apparates die zur Aufzeichnung der Richtung des Windes bestimmten Theile, so bleibt das Registrirwerk des Regenmessers übrig (Fig. 2), welches aber ebenso gut zur Aufzeichnung der Windgeschwindigkeit für sich benutzt werden kann.

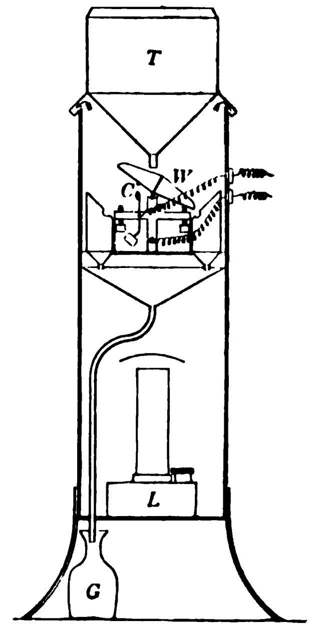


Fig. 1.

Es möge nun zunächst der registrirende Regenmesser, als der einfachere Apparat, etwas genauer beschrieben werden. Fig. 1 erläutert in schematischer Zeichnung denjenigen Theil des Apparates, welcher den Witterungseinflüssen ausgesetzt werden muss. Das in dem Trichter T sich ansammelnde Regenwasser tropft in die eine, jeweils aufwärts gerichtete Abtheilung der „Wippe" W. Nachdem 5 *ccm*, entsprechend 0,1 *mm* Regenhöhe bei 500 *qcm* Auffangfläche, daselbst sich angesammelt haben, kippt diese Abtheilung der Wippe herab und entleert sich in das Sammelgefäss G, während die andere Abtheilung unter das Abflussröhrchen gelangt. Bei jeder Auf- oder Abbewegung der Wippe wird auf kurze Zeit (dieselbe darf nicht zu kurz sein)

an der Stelle C ein Stromschluss hervorgerufen, wodurch im eigentlichen Registrirapparate ein Elektromagnet E (vergl. das Stromlaufschema Fig. 8 S. 97) zur Thätigkeit gelangt. — Für die kalte Jahreszeit soll mit Hilfe einer Petroleum- oder Spirituslampe L der Schnee geschmolzen werden; wo anstatt ihrer eine kleine Gasflamme sich anbringen lässt, ist natürlich die Bedienung wesentlich bequemer.

Das Registrirwerk des Regenmessers ist nach einer photographischen Aufnahme durch Fig. 2 zur Anschauung gebracht. Von dem Elektromagneten E sieht man in derselben nur wenig; man bemerkt aber deutlich das Echappement A, welches der Magnet in Thätigkeit setzt. Die jedesmalige kleine Drehung des Steigrades erlaubt ein entsprechendes Vorrücken des unten beschwerten Papierstreifens P, welcher von der Vorrathsrolle V sich abwickelt. (Das jedesmalige Vorrücken besteht aus zwei kleinen aufeinanderfolgenden Bewegungen.) Das links liegende Uhrwerk hat mechanisch lediglich die Aufgabe, der Schreibfeder F vermöge der horizontalen Schiene S die oben besprochene periodische Bewegung zu verleihen. Der hierzu dienende Mechanismus ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Die horizontale, an der Unterseite rauh gemachte Schiene S, an welche die Feder F angehängt ist, liegt auf den beiden Rollen R_1 und r, von denen letztere mit dem Uhrwerk verbunden ist. Die Drehung dieser am Rande rauhen Triebwelle r schiebt die Schiene S langsam von links nach rechts. Am Ende einer jeden Stunde hebt dann der Minutenzeiger Z durch Berührung mit der Metallbacke B ein wenig die Rolle R und lockert dadurch die Berührung zwischen der Schiene und der Triebrolle r; in Folge dessen giebt die Schiene S dem Zuge des links herabhängenden Gewichtes nach, dessen Faden an der hinteren Seite der Schiene, etwa in deren Mitte, befestigt ist. Dieses Gewicht D besteht aus einer Dämpfungsscheibe, welche sich in verdünntem Glycerin bewegt um das Fallen zu verlangsamen, weil bei einer zu schnellen Bewegung die Schreibfeder ihren Dienst versagen würde.

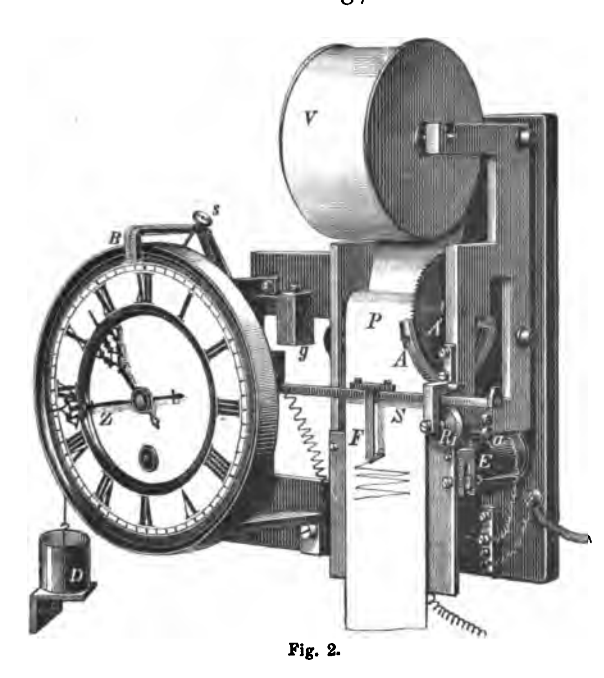


Fig. 2.

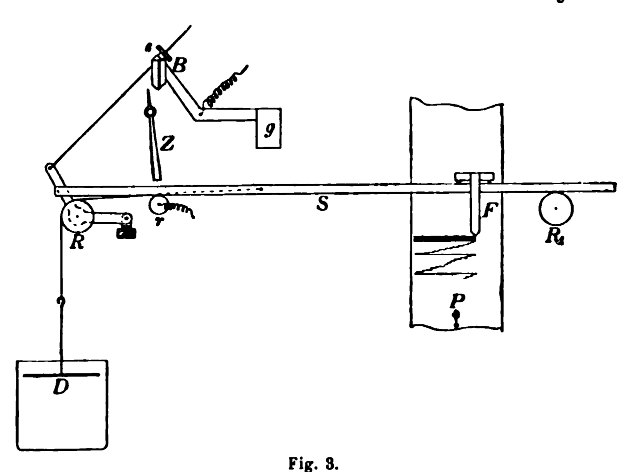


Fig. 3.

Ein verschiebbares Gegengewicht g dient dazu, die Last der Rolle R und

des Gewichtes D zum grössten Theil auszugleichen, so dass der Uhrzeiger nur wenig mehr, als das halbe Gewicht der Schiene S zu heben hat.

Durch die Schraubenmutter s regulirt man den Abstand der Hebrolle R von der Schiene S. Derselbe muss so bemessen sein, dass kurz nach dem Rückgange der Schreibfeder nach dem linken Papierrande auch die Zeigerspitze am Ende der schrägen Gleitbahn der linksseitigen Backenhälfte von B angelangt ist. Es erfolgt dann sogleich ein Hinübertreten der Zeigerspitze auf die rechte, gegen die linke isolirte Hälfte der Backe, und hiermit ein Schluss des Stromkreises, in welchem der den Papierstreifen voranschiebende Elektromagnet E sich befindet. Hiervon wird alsbald noch des Näheren die Rede sein.

Ist die Schraubenmutter s zu viel nach rechts (im Sinne des Uhrzeigers) gedreht worden, so liegt die Hebrolle R von vornherein der Schiene zu nahe, und letztere würde unnützerweise sehr hoch von der Triebrolle r abgehoben werden; der Zeiger würde in Folge dessen unnütz lange belastet sein, überdies aber auch das Zeitintervall zwischen der Rückkehr der Schiene und dem darauffolgenden Stromschluss zu sehr verlängert werden. — Wenn aber die Schraubenmutter s umgekehrt zu weit nach links gedreht ist, so kann die Hebung der Rolle R so gering ausfallen, dass entweder S gar nicht von r abgehoben wird, oder das Abfallen der Zeigerspitze von der linken Backenhälfte zu schnell nach Anhebung der Schiene erfolgt; im ersteren Falle würde die Schiene zu weit nach rechts verschoben werden und dann stehen bleiben; im letzteren würde sie gar nicht Zeit haben, ihren Rückgang zu vollenden.

Die Beschreibung des Windapparates gestaltet sich, nachdem der Regenmesser erörtert ist, sehr einfach.

Der Aufnahme-Apparat besteht aus dem allbekannten rotirenden Schalenkreuze und der Windfahne, welche nach Bedürfniss an derselben oder an verschiedenen Stellen des Gebäudes aufgestellt werden können.

Bei Anemometern mit elektrischer Registrirung ist es nothwendig, eine Einrichtung zu treffen, welche die Möglichkeit ausschliesst, dass bei Windstille ein dauernder Stromschluss eintritt, indem der Stillstand des Schalenkreuzes zufällig zu einer Zeit geschehen könnte, in welcher die Kontaktstücke sich berühren. Bei dem vorliegenden Apparate ist diese Bedingung in folgender Weise erfüllt:

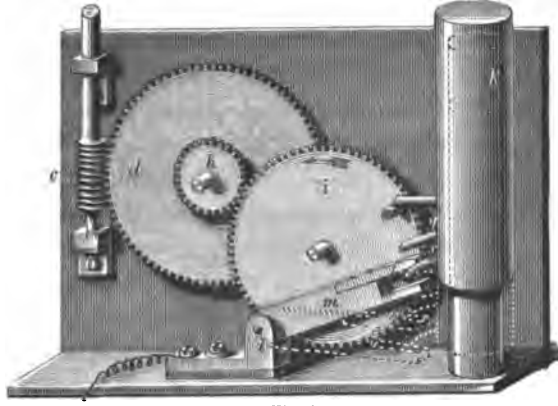


Fig. 4.

Das Schraubengewinde c (Fig. 4) an der Axe des Schalenkreuzes greift in ein Rad mit 100 Zähnen d, auf dessen Axe ein Trieb h mit 30 Zähnen sitzt, welches wieder in ein Rad i mit 90 Zähnen eingreift, so dass letzteres sich bei 300 Umdrehungen des Schalenkreuzes nur einmal umdreht. Das Rad i trägt einen Stift, welcher bei jeder Umdrehung des Rades einen an dem Fallcylinder k befestigten Stift ergreift, den Cylinder anhebt und nach einiger Zeit wieder fallen lässt. Während des Anhebens führt ein im Fallcylinder eingeschraubter zweiter Stift x ein um das Gelenk l mit strenger Friktion drehbares Gabelstück m mit sich, indem derselbe gegen die

obere aus Elfenbein gefertigte Zinke der Gabel drückt. Lässt der Stift des Rades *i* aber den Cylinder *k* fallen, so wird der Stift *x* die untere metallene Zinke der Gabel berühren, die letztere niederdrücken und zugleich den Stromschluss herstellen, denn die vom Schalenkreuzkörper isolirte Gabel und der Stift *x* sind die Pole des elektrischen Stromkreises. Wenn der Fallcylinder bei niedergehender Bewegung etwa in der unteren Hälfte seiner Bahn angekommen ist, so tritt ein dritter am Cylinder befestigter Stift *y* in Berührung mit der oberen Fläche der elfenbeinernen Gabelzinke und bewirkt dann das weitere Niederdrücken der Gabel, zugleich aber auch das Abheben des Stiftes *x* von der Kontaktstelle der Gabel und damit die Oeffnung des Stromkreises. Diese Stellung ist in der Figur durch die punktirten Linien angedeutet.

Der an seinem oberen Ende geschlossene Fallcylinder ist locker auf einen Führungsbolzen aufgepasst und gleitet auf diesem ohne Anwendung eines Schmiermittels, so dass beim Niedergange der grösste Theil seines Gewichts auf der Kontaktstelle ruht und dadurch einen sicheren Stromschluss bewirkt. Zu gleicher Zeit wird aber auch die beim Heben des hohlen Fallcylinders in demselben eingedrungene Luft eine Verzögerung der Fallgeschwindigkeit bewirken, so dass eine genügend lange Zeitdauer des Stromschlusses eintritt, welche für die sichere Funktion des Registrirmagneten nothwendig ist.

Es erfolgt demnach die Ein- und Ausschaltung und Zeitdauer des elektrischen Stromes in stets gleicher Weise und unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes, ferner kann ein Stromschluss durch den Stillstand des Schalenkreuzes nicht eintreten.

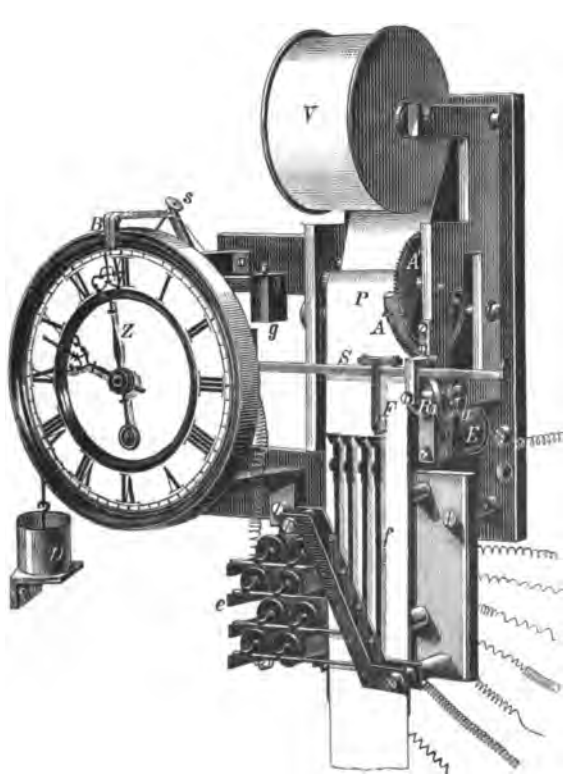


Fig. 5.

Die Windfahne mit elektrischer Uebertragung durch eben so viel Drähte, als Richtungen unterschieden werden sollen, ist ein schon häufig konstruirtes Instrument. Zur Erläuterung desselben werden die Andeutungen im Stromlaufschema (Fig. 9 S. 97) genügen. Die vier Drahtleitungen endigen oben in vier Viertelbögen aus Messing; ein Achtelbogen *b* aus demselben Material ist mit der Windfahne fest verbunden und schleift auf den gegen einander isolirten Viertelsbögen; hierbei berührt er entweder einen oder zwei aneinanderstossende von jenen vier Viertelsbögen.

Am Registrirwerke des Anemographen, welches in Fig. 5 dargestellt ist und von demjenigen des Regenmessers sich nur durch die Hinzufügung der Vorrichtung zum Aufschreiben der Richtung des Windes unterscheidet, werden durch jene (mit Oel zu versehenden) Kontakte an der Windfahne entweder eine oder zwei von den vier Schreibfedern *f* in Thätigkeit gesetzt. Die vier hierzu erforderlichen kleinen

Elektromagnete sind in Fig. 5 und 9 mit *e* bezeichnet; durch sie werden die Federn *f* um etwa 2 *mm* seitwärts bewegt. Diese Anordnung ist bei Anwendung von Tinte weit zweckmässiger als etwa das Herabdrücken der Federn an dem Papier, wobei häufig ein Versagen in Folge des Eintrocknens der Tinte in der Federspitze eintreten würde. Alle Federn schreiben also ununterbrochen, wie man dieses aus dem Diagramm in Fig. 7 (S. 96) auch deutlich erkennt. (In Wirklichkeit wird man die Richtungsfedern mit anders gefärbter Tinte schreiben lassen, als die Geschwindigkeitsfeder.)

Es ist noch eine kleine aber nicht unwichtige Neuerung zu besprechen. Als das in der Einleitung besprochene Princip der Proportionalität zwischen Anemometerbewegung und Papierverbrauch auf den Regenmesser ausgedehnt werden sollte, erwies sich dasselbe bald als nicht vollkommen ausreichend. Dass sich ein empfindliches Schalenkreuz eine volle Stunde hindurch gar nicht bewegt, kommt erfahrungsgemäss so gut wie gar nicht vor; die Querlinien, welche der Schreibstift allstündlich bei dem Zurückschnellen zeichnet, werden also nicht zusammenfallen: nach Ablauf eines Tages hat man 24 Stundenlinien, welche man nach Bedürfniss mit den betreffenden Stundenziffern versehen kann. Anders ist es beim Regen; hier würde man häufig nicht entscheiden können, wann z. B. in der Nacht ein Regenfall stattgefunden hat. Deshalb ist folgende Einrichtung getroffen: Allstündlich wird, sogleich nach dem Zurückschnellen des Schreibstiftes, der Papierstreifen auch noch durch die Uhr um ein sehr kleines, immer gleich langes Stückchen weiter geschoben, welches natürlich bei der Messung des Streifens in Anschlag zu bringen ist, am besten dadurch, dass man den betreffenden Maassstab dementsprechend konstruirt. Vermöge der erwähnten Vorrichtung, auf welche oben bei Besprechung der Fig. 3 bereits hingewiesen ist, gestaltet sich z. B. die Registrirung des Regens in sehr übersichtlicher Weise, denn in den ziemlich häufigen regenfreien Zeiträumen wird der Papierstreifen durch den Schreibstift äquidistant schraffirt, so dass die regenlosen Zeiten auf den ersten Blick hervortreten. (Vergl. die nebenstehende Kopie des Regendiagramms, Fig. 6.)

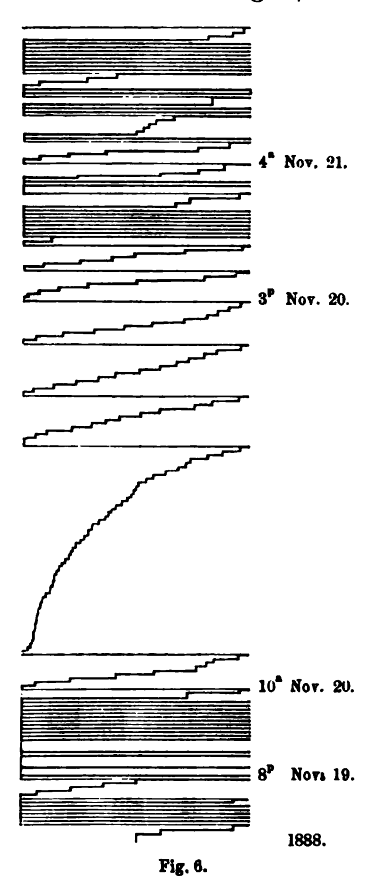


Fig. 6.

Aber auch bei dem Windapparate ist durch die regelmässige Stundenvorschiebung des Streifens noch ein gewisser Vortheil gegenüber dem obenerwähnten, im September 1884 beschriebenen, mechanisch wirkenden Anemographen erreicht worden. Bei abnehmender Windgeschwindigkeit kommt bekanntlich das Schalenkreuz schon zur Ruhe, wenn die Windgeschwindigkeit noch nicht gleich Null geworden ist, sondern noch etwa 3 *km* pro Stunde oder 0,8 *m* pro Sekunde beträgt; alsdann rückt also auch der Papierstreifen nicht mehr voran und die betreffende Windrichtungsfeder kann somit auch keine Aufzeichnung mehr hervorrufen. Unserer Ansicht nach ist das im Grunde kein Nachtheil, denn so schwache Winde, welche das Schalenkreuz nicht mehr drehen, ver-

mögen auch die Windfahne nicht mehr sicher zu richten; vielmehr wird letztere in solchen Falle häufig die abweichende Richtung eines vorhergegangenen stärkeren Windes beibehalten, so dass eine wirkliche Aufzeichnung der Richtung der Windfahne die ganze Registrirung meistens nur verschlechtern dürfte.

Da indessen eine so gewichtige Autorität, wie Herr Prof. Wild, in dem jüngst erschienenen Jahrgange 1887 der *Annalen des physikalischen Centralobservatoriums* dem mechanisch wirkenden Anemographen von 1884 hieraus einen ernsten Vorwurf gemacht hat, so ist bei dem neuen elektrischen Anemographen dieser Umstand vermieden worden. Hier ist nämlich die Einrichtung die folgende: Die vier Windrichtungsfedern *f* (Fig. 5) liegen, wie oben bereits angedeutet wurde, am Papiere an; sobald nun das Schalenkreuz Kontakt giebt und den Streifen voranschiebt, geht der Strom auch durch einen der Windrichtungsmagnete *e* und veranlasst eine kleine Seitwärtsbewegung der betreffenden Feder. Dasselbe geschieht aber auch zu jeder vollen Stunde, indem die Uhr Kontakt giebt und den Streifen vorschiebt. Hieraus ersieht man, dass auch bei 24stündiger Ruhe des Schalenkreuzes noch 24 Registrirungen der Richtung der Windfahne erhalten werden, deren Werth aber auf alle Fälle ein sehr zweifelhafter ist, wenn die Ruhe des Schalenkreuzes nur in zu schwacher Luftbewegung ihren Grund hat. Sollte aber einmal eine Störung des Schalenkreuz-Mechanismus eintreten, so würde vermöge der neuen Einrichtung doch noch eine ganz brauchbare, wenn auch etwas dürftige Registrirung der Richtung des Windes gesichert sein. — In Bezug auf das Anemogramm (Fig. 7) sei noch Folgendes bemerkt. Manchem Leser wird die geringe Zahl der Windrichtungs-Federn auffallen. Die Zahl der wirklich direkt unterschiedenen Windrichtungen ist jedoch nicht vier, sondern acht, weil zwei Federn gleichzeitig schreiben, sobald die Windfahne um die vier Haupt-Zwischenrichtungen spielt (also um *NE, SE, SW, NW*). Kommt es aber nicht darauf an, für einen bestimmten Moment die Windrichtung anzugeben, sondern die vorherrschende Windrichtung in dem Zeitraume von etwa einer halben oder ganzen Stunde, so kann man sagen, dass sich in den Aufzeichnungen noch ziemlich gut 16 Richtungen unterscheiden lassen; denn in Folge der Schwankungen der Windfahne wird z. B. die *SSW*-Richtung sich dadurch zu erkennen geben, dass die *S*-Feder ununterbrochen, die *W*-Feder dagegen lückenweise schreibt.

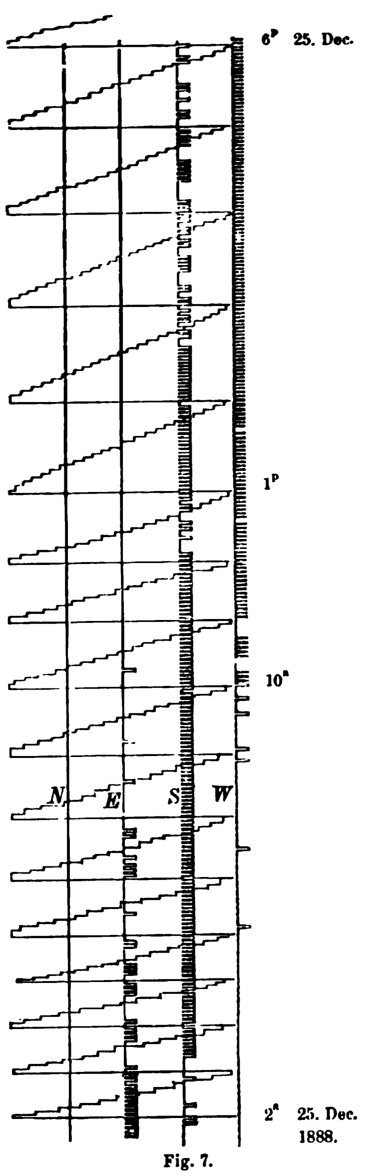


Fig. 7.

Ob nun aber die vorliegende Form der Registrirung der Windrichtung schlechtweg allen Anforderungen genügt, das kann erst nach etwas längerer Erfahrung, insbesondere in der gewitterreichen Jahreszeit entschieden werden. Für besonders wichtige Stationen empfiehlt sich vielleicht eine ergänzende mechanische

Registrirung derselben Windfahne vermöge eines Schreibstiftes, welcher sich gleichförmig vertikal abwärts bewegt, während unter ihm eine Cylinderoberfläche mit der Windfahne sich dreht. In zweckmässiger Form ist auch ein solcher Registrirapparat gerade jetzt zur Ausführung gelangt.

Es ist indessen noch ein principieller Vorzug der oben beschriebenen Registrirung der Windrichtung mit Hilfe der vier Federn zu erwähnen. Dieser besteht darin, dass sich die Aufzeichnung unmittelbar zur Summation der Windwege für die einzelnen acht Windrichtungen verwenden lässt; denn man hat zu diesem Zwecke nur nöthig, auf dem Papierstreifen diejenigen Strecken auszumessen, auf welchen die *N*-Feder geschrieben hat, ferner die von dieser in Gemeinschaft mit der *E*-Feder geschriebenen, dann die von der *E*-Feder allein erzeugten und so fort. Dieselbe Verwendung gestattet natürlich unser mechanischer Anemograph vom Jahre 1884. — Unter Benutzung der in der Einleitung besprochenen Chronographen-Aufzeichnung scheint eine derartige Sonderung der Windwege nach den Richtungen schon mehrfach ausgeführt oder wenigstens angeregt worden zu sein. Einen entsprechenden Vorschlag macht z. B. Frank Waldo in der amerikanischen Zeitschrift *Science vom 23. December 1887.*

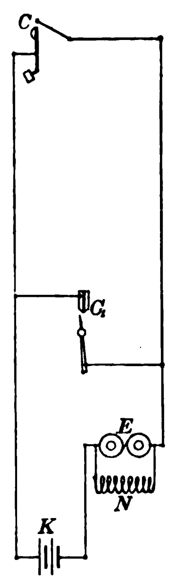


Fig. 8.

In Bezug auf die neuen Apparate bleibt schliesslich noch die Anordnung der Stromläufe zu besprechen. Fig. 8 zeigt schematisch den einfachen Stromlauf bei dem Regenmesser. Der Stromkreis der Batterie *K*, in welchem sich der zur Fortbewegung des Papierstreifens dienende Elektromagnet *E* befindet, kann an zwei Punkten geschlossen werden: an der Kontaktstelle *C* im Regenmesser, und an derjenigen C_1 in der Uhr. *N* ist eine Nebenleitung von grossem Widerstand, in welcher sich der Extrastrom beim Oeffnen des Kontaktes verläuft; die Funkenbildung an der Kontaktstelle wird auf diese Weise fast gänzlich vermieden.

Das Stromlaufschema des Anemographen (Fig. 9), ist bezüglich des Schalenkreuzes mit demjenigen des Regenmessers identisch: *C* und C_1 sind die beiden Kontaktstellen für den Stromkreis der Batterie *K*, in welchem sich der Schiebe-Magnet *E* befindet. Dieselbe Batterie dient nun aber noch zur Registrirung der Richtung des Windes, welche in folgender Weise vor sich geht. Man stelle sich vor, dass der Strom vom Pole *p* ausgehe. Wird nun z. B. durch das Anemometer bei *C* ein Kontakt herbeigeführt, so stehen dem Strome von hier an zwei (oder drei) Wege offen: erstens derselbe, wie bei dem Regenmesser, um den Magnet *E* herum; zweitens aber derjenige durch die Windfahne, wo zwischen dem mit der Fahne sich drehenden Kreisbogen *b* und den vier festen Kreisbögen stets metallische Berührung vorhanden ist. Am Punkte *v* verzweigt sich also der Strom; der hier in Betracht kommende Theil desselben geht durch einen (oder zwei) der kleinen Elektromagnete *e*, und vereinigt sich im Punkte v_2 wieder mit dem anderen Stromzweige.

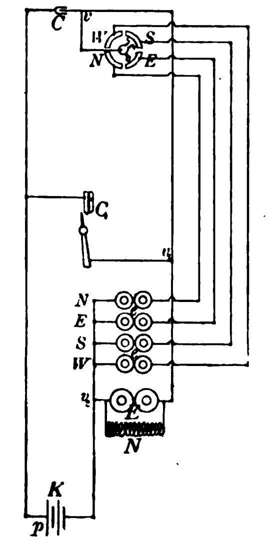


Fig. 9.

Somit erfolgt gleichzeitig ein Voranrücken des Papierstreifens und ein Ausschlag einer oder zweier Richtungsfedern. Ganz dasselbe geschieht, wenn der Uhrzeiger

bei C_1 einen Kontakt erzeugt; der vom Pole p_2 kommende Strom verzweigt sich alsdann im Punkte v_1: ein Theil geht direkt über E nach v_2, der andere über v und die Windfahne *(b)* nach demselben Punkte. — Die Batterie wird auf diese Weise immer nur für ein ganz kurzes Zeitintervall in Anspruch genommen; deshalb können die beliebten Leclanché-Elemente (zwei derselben reichten bis jetzt vier Monate aus), wie sie bei den elektrischen Klingeln benutzt werden, zur Anwendung kommen.

Die Versuche über die zweckmässigste Einrichtung des Regenmessergehäuses behufs der Schneeschmelzung sind noch nicht abgeschlossen.

Vorschlag zur Abänderung des Spektroskops zur Bestimmung der Extinktionskoefficienten absorbirender Körper nach Vierordt's Methode.

Von

Dr. P. Schottländer in Charlottenburg.

Bekanntlich wird zur Ausführung der Bestimmung der Extinktionskoefficienten absorbirender Körper nach K. Vierordt's Vorgang[1]) ein Spektroskop üblicher Konstruktion statt mit einem einfachen Spalt, mit zwei unmittelbar übereinander liegenden Spalten versehen, von denen jeder für sich durch eine Mikrometerschraube mit Messtrommel auf beliebige Weite eingestellt werden kann. Beleuchtet man beide Spaltflächen gleichmässig mit weissem Licht und bringt vor den unteren Spalt eine absorbirende Substanz, so erhält man hierbei im Gesichtsfelde des Fernrohrs das Absorptionsspektrum der Substanz über dem kontinuirlichen Spektrum der Lichtquelle. Soll dann in einer bestimmten Spektralregion das Lichtschwächungsvermögen der Substanz bestimmt werden, so blendet man durch einen Okularschieber beide Spektren bis auf die zu prüfende Region ab, so dass zwei gleich grosse an einander stossende Felder übrig bleiben, ein oberes dunkleres (falls bei gleicher Weite der Eintrittsspalten die Substanz einen Theil der betreffenden Lichtart absorbirt) und ein unteres, helleres, welches die Intensität der gleichen, ungeschwächten Lichtart besitzt. Wenn man nun durch Drehen der Mikrometerschraube die Weite des oberen Spaltes so lange verkleinert, bis beide Felder dem Auge gleich hell erscheinen, so ergiebt das an den Messtrommeln abgelesene Verhältniss der beiden Spaltweiten unmittelbar die Intensität der von der Substanz durchgelassenen Lichtart, ausgedrückt als Bruchtheil der gleich 1 gesetzten ursprünglichen Lichtintensität, da die Helligkeit der einzelnen Spektralfarben mit genügender Annäherung der Spaltweite proportional gesetzt werden kann.

Handelt es sich speciell um die Bestimmung der Lichtextinktion absorbirender Lösungen, so wird ein durch zwei parallel gestellte planparallele Glasplatten verschlossener und zur Hälfte gefüllter Flüssigkeitsbehälter so vor den Spalt gebracht, dass der eine Meniskus möglichst nahe vor die Trennungsfuge der Backen beider Spalten zu stehen kommt und das Licht, welches durch den unteren Spalt dringt, die gewöhnlich 1 *cm* dicke Flüssigkeitsschicht durchstrahlt, oder man stellt nach der von Schulz[2]) angegebenen Verbesserung einen parallelepipedischen Glaskörper von 10 *mm* Dicke in den 11 *mm* weiten Behälter, wodurch die von jenem Licht durchstrahlte Schicht auf 1 *mm* reducirt wird, während hierbei der Behälter so weit

---

[1]) Vergl. dessen Schriften, insbesondere: Die Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie der Absorptionsspektren u. s. w. Tübingen 1873. — [2]) Nach einer Notiz in der Abhandlung von H. Krüss: Zur quantitativen Spektralanalyse. *Repert. der anal. Chem.* **2.** *S. 20.*

gefüllt wird, dass alles Licht, welches durch den oberen Spalt dringt, die 11 *mm* dicke Flüssigkeitsschicht durchsetzen muss. Die obere, horizontal gestellte Fläche des Glaskörpers muss bei dieser Anordnung natürlich in dieselbe Ebene fallen wie die Trennungsfuge der Backen beider Spalten. In beiden Fällen stossen aber die vom oberen und unteren Spalt entworfenen Spektren und somit auch die durch den Okularschieber abgegrenzten zu prüfenden Bezirke nicht mehr unmittelbar an einander, sondern sind durch einen im ersteren Falle ziemlich breiten, im letzteren schmalen dunklen Zwischenraum von einander getrennt.

Es ist nun allgemein bekannt, wie sehr das Unterscheidungsvermögen des Auges für Differenzen in der Helligkeit zweier Flächen beeinträchtigt wird, wenn diese nicht unmittelbar an einander grenzen: in der That ist dieses Unterscheidungsvermögen, selbst wenn die Flächen nur durch eine sehr schmale dunkle Linie von einander getrennt sind, ein sehr beschränktes[1]); wenn dagegen die Trennungslinie nur eine ideelle ist, dadurch hervorgerufen, dass von einer Fläche die eine Hälfte intensiveres Licht aussendet als die andere, und wir vermindern nach und nach die Intensität dieses Lichtes, so werden wir die beiden Hälften für gleich hell erklären, sobald jene ideelle Trennungslinie verschwindet, und die beiden Hälften uns wie eine homogen leuchtende Fläche erscheinen, und zwar vermag das Auge diesen Punkt mit ungleich grösserer Sicherheit anzugeben.

Ein anderer Uebelstand der Methode besteht in Folgendem. Gesetzt, das Beobachtungsfernrohr sei auf ein unendlich weit entferntes Objekt eingestellt und der Spalt befinde sich genau in der Brennebene der Kollimatorlinse; dann wird letztere zugleich mit der Objektivlinse des Fernrohres diffuse Zerstreuungsbilder der vor den beiden Spalten befindlichen Flüssigkeitsmenisken oder der oberen Kanten des Glaskörpers entwerfen, welche die zu beiden Seiten der Trennungslinie der Spektralfelder liegenden Theile dunkler erscheinen lassen als ihre übrigen Partien und bei der geringsten Ungenauigkeit in der Montirung des Apparats oder in der Aufstellung des Flüssigkeitsbehälters die Helligkeit beider Felder in verschiedenem Maasse beeinflussen können. Stellt man aber das Fernrohr so ein, dass das Bild des dem Spalt zunächst liegenden Meniskus oder der betreffenden Kante des Glaskörpers scharf begrenzt erscheint, so wird wiederum das Bild der Absorptionsstreifen kein ganz richtiges, und dann bleibt immer noch die schädliche Wirkung des entfernteren Meniskus bezüglich der vorderen Kante des Glaskörpers bestehen.

Endlich ist es, ausser etwa bei Anwendung von Sonnenlicht, kaum zu vermeiden, dass nicht von der Flüssigkeitsoberfläche reflektirtes oder durch die obere Fläche des Glaskörpers zerstreutes Licht durch die Spalten fällt und je nach den Umständen die Helligkeit der beiden Spektren in ungleichem Grade verändert.

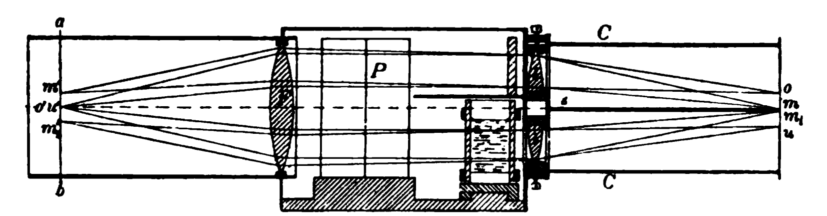
Alle diese Nachtheile können vermieden und zugleich die beim Glan'schen Spektrophotometer[2]) verwirklichte Anforderung einer unmittelbaren Berührung der Spektralfelder erreicht werden, wenn man die absorbirende Substanz nicht vor dem Doppelspalt, sondern zwischen Kollimatorlinse und Prisma einschaltet und dem Spektroskop folgende Einrichtung giebt.

Das Kollimatorrohr *CC* (vergl. die schematische Zeichnung) wird durch eine

---

[1]) Für mein Auge, das vielleicht besonders schlecht in dieser Hinsicht beanlagt sein mag, waren bei Absorptionsbestimmungen von Flüssigkeiten mit der Schulz'schen Vorrichtung auch nach längerer Uebung Abweichungen von 5% und darüber von dem = 100 gesetzten Mittelwerth einer grösseren Ablesungsreihe der Mikrometertrommel gar nicht selten. — [2]) *Wiedem. Ann. 1. S. 351. (1877.)*

dünne horizontale Scheidewand *s* möglichst der ganzen Länge nach in zwei gleiche Räume getheilt und die Kollimatorlinse durch zwei einander ganz gleiche Halblinsen *l l* der früheren Brennweite ersetzt, derartig, dass die obere Halblinse ausschliesslich Strahlen vom oberen Spalt empfängt, die untere dagegen ausschliesslich solche, die durch den unteren Spalt eintreten. Nehmen wir nun an, die obere Halblinse sei so gestellt, dass ihre Hauptaxe parallel der Kollimatoraxe ist und durch den höchsten Punkt *o* des oberen Spaltes geht, dann werden die von diesem Punkt auf die Halblinse fallenden Strahlen als ein Bündel unter sich und zur Kollimatoraxe



paralleler Strahlen austreten und nach ihrer Brechung durch das Prisma *P* von der Objektivlinse *F* des Fernrohrs zu einer Linie vereinigt werden, die nicht merklich von einer in der Brennebene *ab* dieser Linse liegenden Geraden abweicht und welche, sobald Fernrohr- und Kollimatoraxe in einer zur brechenden Kante des Prismas senkrechten Ebene liegen, ausserdem in diese Ebene fallen muss. Wenn ebenso die Hauptaxe der unteren Halblinse parallel der Kollimatoraxe steht und durch den tiefsten Punkt *u* des unteren Spaltes geht, so wird die als Bild dieses Punktes erzeugte Linie vollständig mit jener Linie zusammenfallen; ihr Durchschnittspunkt mit der Ebene der Zeichnung sei durch $o'u'$ bezeichnet. Um die Halblinsen in diese Stellungen bringen zu können, müssen ihre Fassungen mit einer sehr feinen und genau gearbeiteten Schrauben-Regulirvorrichtung versehen sein.

Weiter werden die Mittelpunkte m und m_1 der dicht hinter dem Doppelspalt befindlichen Kanten der Scheidewand, von welchen wir den oberen, m, als tiefsten Punkt des oberen, den Punkt m_1 dagegen als höchsten Punkt des unteren Spaltes ansehen können, auf die beiden Halblinsen Strahlen senden, welche als Bündel fast genau paralleler Strahlen aus den Halblinsen austreten, die aber hierauf gegen die Hauptaxen der letzteren unter einem kleinen Winkel in entgegengesetztem Sinne geneigt sind. In Folge dessen werden die von m kommenden Strahlen nach ihrem Durchgang durch das Prisma von der Linse *F* zu einer geraden Linie m' vereinigt werden, welche die obere Begrenzung des oberen Spektrums bildet, während die von m_1 ausgehenden Strahlen in gleicher Weise eine gerade Linie m'_1 erzeugen, welche die untere Begrenzung des unteren Spektrums darstellt. Wenn man dann noch gegenüber dem gewöhnlichen Spektroskop ein Prisma von so viel grösserer Höhe und ein Fernrohrobjektiv von so viel grösserem Durchmesser anwendet, als die Höhe beider Spalten zusammengenommen beträgt, so wird man zwei unmittelbar über einander liegende Spektren bekommen, welche sich, abgesehen von einer unbedeutenden Reduktion ihrer Höhe, in keiner Weise von den mit jenem erhaltenen unterscheiden sollten, ja selbst in der Krümmung der Spektrallinien kann, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, keinerlei Unterschied hervorgebracht werden.

Zwischen Prisma und Kollimatorlinsen ist nun noch eine verschliessbare Kammer anzubringen, die ebenfalls durch eine dünne horizontale Scheidewand, die ein wenig tiefer liegt als die gerade Kante der Fassung der oberen Halblinse, in zwei Abtheilungen gesondert wird. In die untere Abtheilung kann dann der fast



bis zum Rande gefüllte Flüssigkeitsbehälter auf einer Führungsleiste möglichst nahe der unteren Halblinse eingeschoben werden, wobei der zwischen beiden Halblinsen befindliche dunkle Raum genügen dürfte, um den leeren Theil des Behälters sammt den Flüssigkeitsmenisken aufzunehmen. Die obere Abtheilung der Kammer eignet sich andererseits zur Aufnahme fester absorbirender Körper in Form grösserer Platten, insbesondere der von Vierordt mit Vortheil angewandten Rauchgläser von bekanntem Absorptionsvermögen, zu dem Zweck, um bei Bestimmung der Extinktionskoefficienten stark absorbirender Lösungen die Helligkeit beider Spektralfelder annähernd gleich zu machen und dann die völlige Gleichheit durch eine nur mässige Verengung oder Erweiterung des einen Spaltes herzustellen.

Bei den Bestimmungen wäre nur stets darauf zu achten, dass 1) sämmtliche aus den Halblinsen austretende Strahlen das betreffende absorbirende Medium durchsetzen und 2) dass dieselben sämmtlich, durch das Prisma in Lichtbündel der verschiedenen Wellenlängen zerlegt, sei es auf einmal, sei es nach einander, falls das Fernrohr drehbar ist, durch die Objektivlinse des letzteren gelangen können, um zur Erzeugung des Spektralbildes mitzuwirken. Obwohl zur Erfüllung der letzteren Bedingung ein allzu grosser Abstand zwischen Kollimatorhalblinsen und Prisma zu vermeiden ist, so wird man doch meines Erachtens denselben gross genug bemessen können, um einen Flüssigkeitsbehälter von mehreren Centimetern lichter Weite einzuschalten.

Die bisher gebräuchliche Einschaltungsweise der absorbirenden Substanzen vor dem Doppelspalt, welche bei Flüssigkeitsschichten von beträchtlicher Dicke nicht zu vermeiden ist, könnte übrigens auch beibehalten werden, ohne von der Anwendung der Kollimator-Halblinsen abzugehen, wenn man die Backen beider Spalten durch ein Zwischenstück von etwa 10 *mm* Höhe von einander trennt, auf welchem die Backen gleiten. Die Halblinsen wären dann so zu stellen, dass ihre Hauptaxen durch die Ober- beziehungsweise Unterkante des Zwischenstückes gehen und die Flüssigkeitsmenisken, Röhrenwandungen (bei Anwendung von Absorptionsröhren) u. s. w. könnten durch letzteres verdeckt werden.

So weit ich im Stande bin, die in vorstehendem kurz dargelegten Principien der neuen Anordnung zu übersehen, glaube ich nicht, dass sich der Realisirung derselben ernstliche Schwierigkeiten in den Weg stellen werden, und die zu erwartende viel grössere Genauigkeit der Resultate lässt einen Versuch in dieser Richtung immerhin wünschenswerth erscheinen.

Charlottenburg, Januar 1889.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Galvanische Batterie für den physikalischen Experimental-Unterricht.

Das physikalisch-technische Institut von A. Benecke & Co. hat neuerdings für den Unterricht in der Experimental-Physik eine galvanische Batterie konstruirt, auf welche wir in Folgendem hinweisen möchten.

Die einzelnen Elemente der Batterie sind gewöhnliche Chromsäure-Tauchelemente, bei denen jedoch die Zinkelektrode nur aus einem etwa fingerdicken Stabe besteht und einen relativ grossen Abstand von der Kohlenelektrode besitzt. Hierdurch ist allerdings der Widerstand des Elementes etwas vergrössert, die Konstanz desselben jedoch ausserordentlich vermehrt, da die Polarisation naturgemäss bei weitem langsamer eintritt. Dreissig

solcher Elemente sind zu einer Batterie zusammengestellt, welche in sechs Gruppen zu je fünf Elementen angeordnet sind. Die ganze Batterie ist in einem Schränkchen derart untergebracht, dass je zwei Gruppen neben und je drei Gruppen übereinander stehen. Das Schränkchen ist beiderseits mit Thüren versehen, so dass jedes Element direkt zugänglich ist. Die einzelnen Gruppen sind hintereinander geschaltet und von ihren Polen führen kurze Leitungsschnüre nach Klemmschrauben, welche sich aussen auf der schmalen Längsseite des Schränkchens befinden. Die Elektroden jeder Gruppe sind an einem gemeinsamen Brette befestigt.

Die Eintauch- bezw. Hebevorrichtung ist für die drei übereinander befindlichen Gruppen gemeinsam und besteht aus zwei Messingstangen, die durch die Decke und die Zwischenböden des Schränkchens hindurchgehen. Diese Stangen sind oberhalb der Schrankdecke durch eine Querstange verbunden, die ihrerseits in der Mitte noch einen dritten kurzen Stab trägt, welcher ebenfalls durch die Schrankdecke hindurchgeht und verschiedene Durchbohrungen besitzt, in welche die Nase eines auf der Decke befestigten Hebels durch eine Feder einschnappen kann.

Die Messingstangen tragen, den zugehörigen drei Elementengruppen entsprechend, Querstifte, auf welchen die Elektrodenbrettchen ruhen. Das ganze System kann also gehoben und gesenkt und durch die in die Durchbohrungen des Mittelstabes einfedernde Nase des Hebels in verschiedenen Stellungen festgehalten werden. Diese Durchbohrungen sind so gewählt, dass die Elektroden ganz aus der Flüssigkeit gehoben, 1 *cm* tief, zur Hälfte oder ganz eintauchend gehalten werden.

Endlich sind die Elektrodenbrettchen an ihren Enden mit Metallösen versehen, welche, wenn die Hebevorrichtung ganz in die Höhe gezogen ist, Durchbohrungen in den Seitenwänden des Schrankes gerade gegenüberstehen. Durch diese können Metallstifte, welche an Kettchen befestigt sind, hindurch gesteckt werden. Es kann dadurch jede Elementengruppe einzeln festgestellt werden, so dass die betreffenden Elektroden nicht in die Flüssigkeit tauchen, wenn die Hebevorrichtung herabgelassen wird. Die Batterie gestattet daher entweder alle 30 Elemente gleichzeitig oder nur 25, 20, 15, 10 oder 5 derselben in Wirksamkeit zu setzen.

Das Batterieschränkchen ist auf vier niedrigen Rädern montirt und beiderseits mit Handgriffen versehen, so dass es leicht gefahren und über Thürschwellen gehoben werden kann.

Referate.

Drei neue Methoden zur Bestimmung der magnetischen Inklination.

Von C. L. Weber. *Wied. Ann. N. F.* ***35.*** *S. 810.*

Wenn man von der Methode Lamont's, die Inklination aus den Ablenkungen eines unifilar aufgehängten Magnetstabes durch vertikal gestellte weiche Eisenstäbe abzuleiten, absieht, da dieselbe eigentlich keine absolute ist, so hat man noch vor wenigen Jahren nur zwei Methoden gekannt, nach welchen die Inklination ermittelt werden konnte. Man bediente sich entweder des Inklinatoriums, (und diese Methode ist heute noch die einzige, die bei regelmässigen Beobachtungen der Inklination zur Anwendung gelangt) oder des Weber'schen Erdinduktors.

Die Schwierigkeiten der Messung brachten es mit sich, dass in den letzten Jahren von mehreren Seiten Vorschläge zu neuen Messmethoden gemacht worden sind, und auch in der oben citirten Abhandlung werden drei Methoden angeführt, bei denen ein eigenthümliches Instrument zur Verwendung gelangt. Dasselbe ist eine Art von Waage, somit am nächsten verwandt mit dem von Töpler zur Messung der Horizontalintensität gebrauchten und zur Bestimmung der Vertikalintensität vorgeschlagenen Apparat[1]). Der Unterschied

[1]) Siehe hierüber *diese Zeitschr. 1887. S. 435.*

besteht hauptsächlich darin, dass Weber statt des permanenten Magnetstabes eine Stromspule verwendet. Die Tragsäule der Waage ist um eine vertikale Axe drehbar; mit dem Waagebalken, der an beiden Enden Schalen trägt, ist ein Stromkreis verbunden, in dessen Ebene die Richtung der Mittelschneide liegt. Der Stromkreis kann gegen den Waagebalken verschiedene Lagen erhalten, je nach der Methode, welche zur Anwendung gelangt, entweder senkrecht oder parallel zu demselben gestellt, oder auch unter einem Winkel von 45° geneigt. Wird der Stromkreis von einem Strom durchflossen, so ist die Gleichgewichtslage von drei Drehungsmomenten bedingt. Das erste ist gegeben durch das Produkt aus der jeweiligen Komponente des Erdmagnetismus, der Stromstärke und der Windungsfläche, das zweite wird hervorgebracht durch die auf die Schalen gebrachten Gewichtsstücke, das dritte entsteht durch das Schweremoment der beweglichen Theile der Waage.

I. Methode. Wird der Stromkreis vertikal, der Waagebalken horizontal gestellt, und zwar senkrecht gegen den magnetischen Meridian, bezeichnet man ferner mit f die Grösse der Windungsfläche, mit i die Stromstärke, mit V die Vertikalintensität des Erdmagnetismus, mit B das Gewicht von Waagebalken sammt Schalen und Spule, mit l_0 und l_1 die Länge der beiden Arme des Waagebalkens, mit Q_0 und Q_1 die auf die Schalen gebrachten Gewichtsstücke, mit a die Entfernung des Schwerpunktes von der Schneide, und endlich mit α jenen kleinen Winkel, welchen die Richtung des Waagebalkens mit der Axe des Stromkreises, mit β den Winkel, welchen die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit dem Drehungspunkt, und mit γ jenen Winkel, welchen der Waagebalken mit der Horizontalen einschliesst, so gilt für die Gleichgewichtslage der Waage die Gleichung:

$$Vfi\cos(\alpha+\gamma) - Ba\sin(\beta+\gamma) + Q_0 l_0 \cos\gamma - Q_1 l_1 \cos\gamma = 0.$$

Lässt man den Strom im umgekehrten Sinne durch die Spule gehen, so ist:

$$-Vfi\cos(\alpha+\gamma) - Ba\sin(\beta+\gamma) + Q_0 l_0 \cos\gamma - Q_2 l_1 \cos\gamma = 0,$$

woraus durch Subtraktion folgt:

$$2\,Vfi\cos(\alpha+\gamma) = (Q_1 - Q_2)\,l_1\cos\gamma \quad \text{oder} \quad 2\,Vfi(\cos\alpha - \sin\alpha\tan\gamma) = (Q_1 - Q_2)\,l_1.$$

Sind die Winkel α und γ hinreichend klein, so kann $\sin\alpha\tan\gamma$ vernachlässigt, und $\cos\alpha = 1$ gesetzt werden, so dass man einfach erhält:

$$2\,Vfi = (Q_1 - Q_2)\,l_1.$$

Wird nördlich oder südlich von der Spule ein Magnetstab in einer bestimmten Distanz r unifilar aufgehängt, so wird derselbe um einen Winkel ψ aus dem magnetischen Meridian abgelenkt, und man erhält: $fi\,/\,H = r^3\tan\psi$, wenn mit H die Horizontal-Komponente des Erdmagnetismus bezeichnet wird. Durch Division der beiden letzten Gleichungen ergiebt sich:

$$2\,VH = \frac{(Q_1 - Q_2)\,l_1}{r^3\tan\psi}.$$

Lässt man denselben Strom durch ein entfernt aufgehängtes Bifilargalvanometer gehen, beobachtet während der Wägung die an demselben hervorgebrachte Ablenkung χ und bezeichnet mit f' und D die Windungsfläche und das Drehungsmoment des Bifilars, so ist: $f'iH = D\tan\chi$, und da früher: $2\,fiV = (Q_1 - Q_2)\,l_1$, so folgt:

$$\frac{V}{H} = \tan J = \frac{1}{2}\,\frac{f'}{f}\cdot\frac{Q_1 - Q_2}{D\tan\chi}\,l_1.$$

Hierbei muss das Verhältniss der Windungsflächen f'/f, die Länge l_1 und das Drehungsmoment D des Bifilars durch genaue Messungen ermittelt werden.

II. Methode. Der Waagebalken hat dieselbe Lage wie bei der ersten Methode, die Ebene des Stromkreises liegt aber horizontal und man lenkt diese durch einen östlich oder westlich in einer gewissen Distanz a gebrachten Magnetstab um einen Winkel φ ab, dann ist:

$$\frac{2 f i M}{a^3} \cos \varphi - f i V \sin \varphi - P \sin \varphi = 0,$$

wenn M das magnetische Moment des Magnetstabes und P das Produkt aus dem Gewichte der beweglichen Theile mit dem Abstande des Schwerpunktes vom Drehungspunkt bedeutet. Wird der Strom in der Spule und zugleich der Magnet mit seinen Polen umgekehrt, so erfolgt die Ablenkung des Stromkreises wieder in derselben Richtung und man hat:

$$\frac{2 f i M}{a^3} \cos \varphi_1 + f i V \sin \varphi_1 - P \sin \varphi_1 = 0,$$

oder

$2 f i M \operatorname{cotan} \varphi / a^3 = f i V + P$, $2 f i M \operatorname{cotan} \varphi_1 / a^3 = - f i V + P$ und durch Subtraktion:

$$2 f i M (\operatorname{cotan} \varphi - \operatorname{cotan} \varphi_1) \, {}^1/_{a^3} = 2 f i V,$$

woraus folgt:

$$\frac{M}{V} = \frac{a^3}{\operatorname{cotan} \varphi - \operatorname{cotan} \varphi_1}.$$

Lässt man den Magnetstab auf einen in einer Distanz a_1 unifilar aufgehängten Magnet ablenkend einwirken, so ist, wenn die Ablenkung mit ω bezeichnet wird:

$$\frac{M}{H} a_1^3 \tan \omega.$$

Aus den beiden letzten Gleichungen ergiebt sich:

$$\tan J = \frac{V}{H} = \frac{a_1^3}{a^3} \tan \omega (\operatorname{cotan} \varphi - \operatorname{cotan} \varphi_1).$$

III. Methode. Bei den beiden vorhin beschriebenen Methoden mussten die Messungen an der Waage noch mit Ablenkungsbeobachtungen an einem anderen Instrumente vereinigt werden, um die Inklination zu erhalten. Diese dritte Methode vermeidet nicht nur dieses, sondern auch jede Längenmessung. Hat der Waagebalken dieselbe Lage wie in I und wird die Axe der Spule gegen ihn um den Winkel υ nahezu $= 45°$ geneigt, und, während der Strom durchgeht, die Gleichgewichtslage durch aufgelegte Gewichte auch bei umgekehrter Stromrichtung hergestellt, so hat man:

$$2 f i' V \cos (\upsilon + \gamma) = (Q_3 - Q_4) l_1 \cos \gamma.$$

Wird jetzt die Waage um die vertikale Drehungsaxe so gedreht, dass der Waagebalken in die Ebene des magnetischen Meridians fällt, so ist:

$$2 f i V \cos (\upsilon + \gamma) - 2 f i H \sin (\upsilon + \gamma) = (Q_1 - Q_2) l_1 \cos \gamma,$$

wenn die Stromstärken i und i' bei beiden Wägungen als verschieden angenommen werden.

Die beiden letzten Gleichungen geben durch Division:

$$\frac{i}{i'}\left[1 - \frac{H}{V} \tan (\upsilon + \gamma)\right] = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_3 - Q_4}, \quad \tan J = \frac{V}{H} = \tan (\upsilon + \gamma) \Big/ \left[1 - \frac{(Q_1 - Q_2)\, i'}{(Q_3 - Q_4)\, i}\right].$$

Ist $i = i'$ und $\gamma = 0$, d. h. der Waagebalken genau horizontal, so wird

$$\tan J = \tan \upsilon \Big/ \left[1 - \frac{Q_1 - Q_2}{Q_3 - Q_4}\right].$$

Das zu diesen Messungen nöthige Instrument wurde von Dr. Edelmann ausgeführt. Ich will auf die nähere Beschreibung desselben hier nicht eingehen, weil dasselbe noch Modifikationen erleiden muss, damit es jene Empfindlichkeit besitze, die wünschenswerth erscheint. Eine besondere Schwierigkeit der Konstruktion dürfte die Zuleitung zum Stromkreis bilden.

Herr Weber hat mit diesem Instrumente eine Reihe von Messungen nach der dritten Methode ausgeführt und folgende Werthe für die Inklination erhalten:

	61°	40′	48″	61°	46′	14″	61°	39′	0″
		42	40		43	28		42	6
		38	26		39	56		42	56
Mittel	61	40	38	61	43	13	61	41	21

Diese Zahlen stellen nach Angabe des Herrn Weber nicht den absoluten Werth der Inklination für München dar, da sie in einem Raume beobachtet wurden, welcher von Lokaleinflüssen nicht frei war. Diese Lokaleinflüsse konnten sogar bei den einzelnen Messungen verschieden gewesen sein. Die Uebereinstimmung der erhaltenen Daten ist bei der Unvollkommenheit des angewendeten Instrumentes als eine recht gute zu bezeichnen, und es wäre sehr zu wünschen, dass man diese Methode genauer studiren würde.

Was die erste der von Herrn Weber angegebenen Methoden anbelangt, so möchte ich mir die Bemerkung erlauben, dass dieselbe sehr komplicirt ist, indem in dem Schlussresultat zu viele Grössen vorkommen, die eine genaue Bestimmung erheischen, so das Verhältniss f'/f der Windungsflächen, das Drehungsmoment D, die Länge l und auch der Winkel ψ. Das Schlussresultat würde sich ungeheuer vereinfacht haben, wenn Herr Weber bei dieser Methode den Waagebalken auch in den magnetischen Meridian gestellt hätte, wobei die Axe des Stromkreises vertikal, wie bei seiner Messung in der zum magnetischen Meridian senkrechten Ebene geblieben wäre. Man erhält folgende Gleichungen, ähnlich denen, die Töpler bei seinen Messungen der Horizontal-Intensität benutzt hatte:

$$f i' V \sin(\alpha+\gamma) - f i H \cos(\alpha+\gamma) - B a \sin(\beta+\gamma) + Q_0 l_0 \cos\gamma = Q_3 l_1 \cos\gamma,$$

und nach Drehung der Waage um 180°:

$$f i' V \sin(\alpha+\gamma) + f i H \cos(\alpha+\gamma) - B a \sin(\beta+\gamma) + Q_0 l_0 \cos\gamma = Q_4 l_1 \cos\gamma.$$

Durch Subtraktion folgt:

$$2 f i' H \cos(\alpha+\gamma) = (Q_3 - Q_4)\, l_1 \cos\gamma.$$

Verbindet man diese Gleichung mit der von Herrn Weber abgeleiteten:

$$2 f i V \cos(\alpha+\gamma) = (Q_1 - Q_2)\, l_1 \cos\gamma,$$

so wird einfach:

$$\tan J = \frac{V}{H} = \frac{i'}{i} \cdot \frac{Q_1 - Q_2}{Q_3 - Q_4},$$

in welcher nichts weiter als die Gewichte Q_1, Q_2, Q_3 und Q_4 und das Verhältniss der Stromintensitäten i'/i zu ermitteln ist. Herr Weber hat das Drehen der Waage um 180° vermeiden wollen, und hat deshalb ein Bifilargalvanometer zu Hilfe genommen, was entschieden die ganze Operation sowohl bei der Beobachtung als auch bei der Rechnung unnöthiger Weise komplicirter macht.

Man kann selbstverständlich alle drei Methoden des Herrn Weber auch auf einen Magnetstab anwenden und erhält Formeln, welche ebenso einfach sind, wie die bei Benutzung der Stromspule abgeleiteten; es kann also blos fraglich sein, ob das Ummagnetisiren eines Magnetstabes der praktischen Ausführung grössere Schwierigkeiten entgegensetzt, als die Schwierigkeiten sind, welche bei Anwendung des Stromkreises sich ergeben. Ich bin der Meinung, dass man mit einem Magnetstab eher zum Ziele gelangen dürfte, als mit dem von Herrn Weber vorgeschlagenen Stromkreis.

Ich will noch die Endresultate hersetzen, welche man nach den Methoden des Herrn Weber bei Anwendung eines Magnetstabes erhalten würde.

Nach der I. Methode:

$$\tan J = \frac{2(Q_3 - Q_4)}{\left(1 + \frac{M_1}{M}\right)(Q_1 - Q_2)},$$

wobei ich jene oben angeführte Modifikation der Methode berücksichtigt habe.

Nach der II. Methode:

$$\tan J = \tan \omega \frac{\operatorname{cotan} \varphi - \frac{M_1}{M} \operatorname{cotan} \varphi_1}{1 + \frac{M_1}{M}} \cdot \frac{a_1^3}{a^3}.$$

Nach der III. Methode:

$$\operatorname{cotan} J = \operatorname{cotan}(\upsilon + \gamma)\left[1 - \frac{1 + \frac{M_2}{M_1}}{1 + \frac{M}{M_1}} \cdot \frac{Q_1 - Q_2}{Q_3 - Q_4}\right].$$

Bei der zweiten Methode muss auch das Verhältniss a_1/a genau bekannt sein. Die Gleichung lässt sich dadurch vereinfachen, dass man den ablenkenden Magnetstab in beiden Ablenkungsfällen in gleiche Distanz bringt, wodurch $a_1/a = 1$ wird.

In den hier angeführten Gleichungen sind die zu messenden Grössen: die Gewichte Q und die Winkel φ, ω und υ, sowie das Verhältniss der magnetischen Momente M_1/M. Das letztere kann mit grosser Schärfe durch Ablenkungen eines Unifilars leicht ermittelt werden.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, dass bei der Citirung der aus neuerer Zeit in Bezug auf die Inklinationsmessung herrührenden Arbeiten nebst anderen auch eine sehr interessante Abhandlung von Prof. L. Weber unerwähnt geblieben ist. (*Mathem. u. naturwiss. Mittheilungen aus den Sitzungsb. der kgl. preussischen Akademie der Wiss. zu Berlin 1886.*)

J. Liznar.

Spektroskop von Prazmowski.

Mél. math. et astr. Sonderabdr. aus *Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersbourg.* **6.** *S. 669.*



Das bei den Untersuchungen Hasselberg's über die chromatische Abweichung der Objektive benutzte (vgl. *diese Zeitschr. 1889, S. 16*) Spektroskop rührt von Prazmowski her und hat nach den Mittheilungen Hasselberg's folgende etwas eigenartige Konstruktion: „Auf einer festen Grundplatte *ABCD* (s. nebenstehende Fig.) sind der Kollimator *C* und das Beobachtungsfernrohr *F* unveränderlich und zwar rechtwinklig zu einander befestigt, jedoch in verschiedenem Niveau, so dass die aus dem Kollimator austretenden Strahlen über das Reflexionsprisma p' hinweg in die obere Hälfte der grossen Rutherfurd'schen Prismen PP_1 gelangen können. Nach der hier erfolgten Dispersion treten dieselben durch das rechtwinklige Reflexionsprisma p rückwärts in die untere Hälfte der Prismen P_1P und von dort durch das Reflexionsprisma p' in das Beobachtungsfernrohr F. Das Prisma P ist fest, P_1 dagegen um den Punkt m mittels der in einen gezahnten Limbus eingreifenden Mikrometerschraube s und der Trommel T beweglich, so dass durch Drehung der Trommel jede beliebige Spektrallinie in das Gesichtsfeld des Fernrohrs gebracht werden kann. Die Fernrohre C und F haben bei 30 bezw. 33 *cm* Brennweite eine Oeffnung von 34 *mm* und sind beide mit feinbeweglichen Auszügen versehen. Die Spaltweite wird mit Hilfe der Mikrometerschraube σ regulirt.“

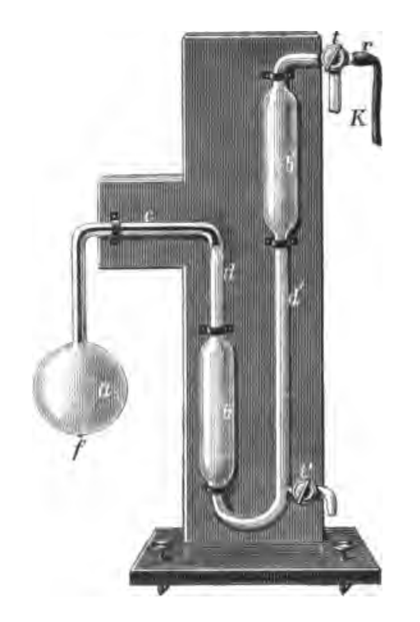
Cz.

Ein praktisches Luftthermometer mit konstantem Volumen.

Von J. T. Bottomley. *Phil. Mag.* **26.** *S. 149.*

Bei der Konstruktion dieses Instrumentes hatte Verf. im Auge, das bisher als bestes bekannte Jolly'sche Luftthermometer in mehreren Richtungen zu verbessern, nämlich: 1. seine

Genauigkeit zu erhöhen; 2. den Umfang der Skale zu vergrössern; 3. die Anwendung bequemer zu machen. Zu letzterem Zwecke wurde die unmittelbare starre Verbindung der Glaskugel mit dem Manometerrohre vermieden; anstatt dessen wurde ein gewöhnliches Quecksilbermanometer, welches einen Ueberdruck von etwa 150 *cm* zu messen gestattete, vermöge eines Kautschuckschlauches *K* mit dem Rohransatze *r* des Luftreservoirs verbunden. Dieses aber musste mit einem besonderen Volumenindikator versehen werden, welcher die in nebenstehender Figur dargestellte Form erhielt; die beiden cylindrischen Erweiterungen *b* und *b'* sind bestimmt, die aus der Kugel *a* herausgetriebene Luft, bezw. einen Theil der Sperrflüssigkeit aufzunehmen, wenn die durch eine Druckpumpe bewirkte Luftzufuhr in den Kautschuckschlauch etwa nicht gleichen Schritt halten kann mit der Spannkraftvermehrung der Luft im Reservoir durch Steigerung der Temperatur. Das Endziel der Luftzufuhr besteht aber darin, die Sperrflüssigkeit in den beiden gleich weiten Rohrstücken *d* und *d'* auf gleiche Höhe zu bringen, und zwar derart, dass im Rohre *d* nur ein sehr kleines und immer gleiches Volumen Luft übrig bleibt. — Als Sperrflüssigkeit im Volumenindikator wurde Schwefelsäure dem Quecksilber vorgezogen, besonders wegen der zu grossen Dichtigkeit des Quecksilbers und der Unsicherheit seiner Kapillarwirkung. Grosse Vorsicht ist indessen erforderlich, um das Uebertreten von Schwefelsäure in das Kapillarrohr *c* zu vermeiden. Der Hahn *t'* dient zur Regulirung der Schwefelsäuremenge; der Dreiweghahn *t* zur wechselseitigen Verbindung des Volumenindikators, des Manometers und der Druckpumpe. Das in der Figur dargestellte System wurde aus Böhmischem Glase konstruirt, um die Kugel möglichst hohen Temperaturen (bis über 550°) aussetzen zu können. Die Füllung des Reservoirs mit trockener Luft (mit Hilfe eines später abzuschmelzenden Ansatzstückes bei *f*) muss mit grosser Sorgfalt geschehen, um jede Spur Feuchtigkeit auszuschliessen; sobald dieses gelungen ist, findet nach den von Bunsen und vom Verf. ausgeführten Versuchen eine merkbare Kondensation von Luft auf der inneren Glaswand nicht statt. *Sp.*



Ueber die Zuverlässigkeit der Luftdruckmittel aus Aneroid-Beobachtungen.

Von A. Schoenrock. *Repert. für Meteorol. XI. No. 8. St. Petersburg 1888.*

Verf. beginnt etwa in folgender Weise: „Die Frage, inwiefern das Aneroid das Quecksilberbarometer ersetzen kann, muss man im Augenblicke als definitiv entschieden ansehen; nur das Quecksilberbarometer kann als Präcisionsinstrument gelten. Das Aneroid, in seinem gegenwärtigen Zustande, entspricht den an ein solches Instrument zu stellenden Anforderungen nicht. Seine Standkorrektion ändert sich allmälig im Laufe der Zeit, unter gewissen Umständen auch sprungweise, und die von Manchem dem Aneroid zugeschriebene grössere Empfindlichkeit oder, wollen wir sagen, Beweglichkeit, ist — wie wir weiter unten sehen werden — durchaus nicht vorhanden."

„Alles dieses schliesst aber die Verwendbarkeit dieses Instrumentes zu Luftdruck-Beobachtungen durchaus nicht aus. . . . Besonders bei uns im Reich ist das Aneroid, als Ersatz für das Quecksilberbarometer, bei seiner besseren Transportfähigkeit ein sehr wichtiges Instrument, . . . und die meisten Stationen werden zuerst mit einem Aneroid versehen, und zuweilen nach mehreren Jahren erst mit einem Quecksilberbarometer . . . . Es bleibt daher zu untersuchen, welchen Grad von Genauigkeit die Aneroidbeobachtungen besitzen." Diese Untersuchung bezieht sich nun fast ausschliesslich auf die Standänderung, indem man die Korrektionen bezüglich der Temperatur und des Luftdruckes, welche vor der Versendung

im Centralinstitute bestimmt werden, als unveränderlich betrachtet. (Vgl. indessen *diese Zeitschr.* [illegible]. *S. 419.*) Für mehrere, unter steter Kontrole gehaltene Aneroide von Naudet wird nun festgestellt, wie gross die Fehler der Jahresmittel ausgefallen sein würden, wenn nur für zwei oder drei, an verschiedenen Stellen der Reihe gelegene Momente eine direkte Bestimmung der Korrektion stattgefunden hätte, und die übrigen Korrektionen durch Inter- oder Extrapolation ermittelt worden wären. Es ergiebt sich, dass die lineare Interpolation grössere Fehler übrig lässt als diejenige nach einer Formel mit quadratischem Gliede.

Als Beispiel wählen wir die verhältnissmässig grossen Standänderungen des Aneroids Naudet No. 87 zu Boasta, welche durch Vergleichung mit den Barometerbeobachtungen zu Astrachan ermittelt wurden. Die Abweichungen[1]) betrugen:

1879	1880	1881	1882	1883	1884
— 0,70	— 1,71	— 2,50	— 3,06	— 3,42	— 3,53 *mm.*

Bildet man die Differenzenreihen, so wird die zweite nahezu konstant, und der mittlere Betrag der Glieder ist 0,225; für die Korrektion C gilt also die Formel:

$$\frac{d^2 C}{d t^2} = 0{,}225$$

wenn t die Zeit, mit dem Jahr als Einheit, bezeichnet. Daraus folgt:

$$\frac{d C}{d t} = b + 0{,}225\, t, \quad \text{und} \quad C = a + b\, t + 0{,}1125\, t^2.$$

Rechnet man t vom Jahre 1879 an, so ist $a = 0{,}70$. Die Konstante b setzt Verf. gleich — 1,01, und findet damit Werthe von C, welche von den beobachteten um 0,00 bis 0,06 *mm* abweichen. (Ein noch besseres Resultat liefert indessen z. B. der Werth $b = -1{,}13$, bei welchem die Abweichungen im Maximum nur 0,02 *mm* betragen.)

So gut nun aber auch im vorliegenden Beispiele die Standänderung durch obige Formel dargestellt wird, so kann dieselbe offenbar im allgemeinen Falle doch nicht als genügend exakter Ausdruck des zu Grunde liegenden Vorganges betrachtet werden. Auch Verf. spricht an einer anderen Stelle aus, dass sich die Korrektion mit der Zeit asymptotisch einem bestimmten Werthe nähern müsse. Nach obiger Formel würde aber die Korrektion später wieder kleiner werden; schon im sechsten Jahre wäre sie — 3,43 *mm*, und im zehnten nur noch — 0,75 *mm*. Eine Exponentialfunktion ist also jedenfalls besser am Platze. Indessen handelt es sich wohl zunächst besonders darum, nachzuweisen, dass die lineare Interpolation durch eine bessere ersetzt werden kann.

Aus der Zusammenfassung der Ergebnisse erwähnen wir inhaltlich das Folgende:

Aneroidbeobachtungen sind zur Mittelbildung nur verwendbar, wenn das Aneroid während der betreffenden Periode wenigstens zweimal verificirt worden ist. Bei zwei Vergleichungen an Ort und Stelle können die Korrektionen für die zwischenliegende Zeit interpolirt werden, wobei man das Jahresmittel bis auf ± 0,2 *mm* genau erhält, wenn die Vergleichungen zeitlich nicht allzu weit von einander abstehen. Liegen innerhalb einer längeren Periode drei Vergleichungen vor, so können die Korrektionen nicht nur interpolirt, sondern auch extrapolirt werden, indem man nach obigem Verfahren auch die Variation der Korrektionsänderung mit der Zeit berücksichtigt.

„Die mittlere Amplitude der Luftdruckschwankungen wird aber grössere, bis zu 0,4 *mm* gehende Unsicherheiten aufweisen, und zwar zu klein ausfallen, indem das Aneroid hinter den Angaben des Quecksilberbarometers zurückbleibt und somit in der That das weniger empfindliche von den beiden Instrumenten ist.“ *Sp.*

---

[1]) Die Bezeichnung obiger Werthe als „Abweichungen“ wird nicht konsequent durchgeführt; bei den anderen Aneroiden war immer nur von „Korrektionen“ gesprochen worden. Nur wenn auch hier Korrektionen gemeint sind, wäre die durch obige Zahlen ausgedrückte Standänderung der gewöhnlichen Ursache, dem allmäligen Nachlassen der Federspannkraft zuzuschreiben. Hätte aber wirklich eine Erniedrigung des Standes stattgefunden, so müsste man eher ein langsames Eindringen von Luft vermuthen.

Vergleichung der Normalbarometer einiger der wichtigsten Institute Europas.

Von P. Brounow. *Repert. für Meteorol. XI. No. 9. St. Petersburg 1888.*

Im Auftrage der St. Petersburger Universität unternahm Verf. im Sommer 1887 eine Reise ins Ausland und benutzte diese Gelegenheit zur Vergleichung einiger Normalbarometer. Als Reiseinstrument diente das vom Direktor des physikalischen Central-Observatoriums geliehene Gefässheberbarometer *Wild-Fuess No. 247*, welches vor der Reise 25 mal, nach derselben 14 mal mit dem Barometer *No. 149* derselben Konstruktion verglichen wurde. Da die Differenzen beziehungsweise 0,010 und 0,014 *mm* betrugen, so konnte angenommen werden, dass sich das Reisebarometer nicht geändert habe.

Die Differenz der Angaben zweier Barometer kann man auf zweierlei Art bestimmen: erstens kann die absolute Differenz ermittelt werden, d. h. diejenige, welche die Barometer unter denselben Bedingungen zeigen werden; und zweitens die Differenz, welche zusammengesetzt ist 1) aus der erwähnten absoluten Differenz der Barometer, 2) der Differenz der persönlichen Fehler der Beobachter, 3) der Differenz aus den fehlerhaften Angaben der attachirten Thermometer, 4) der Differenz aus der Reduktionsart der Barometer auf 0°.

Verf. sagt: „Im vorliegenden Falle bietet die zweite Art der Differenz offenbar ein grösseres Interesse dar . . . . deshalb hielt ich mich an folgende Regeln: 1) die Beobachtung am Reisebarometer führte ich selbst aus, während die Beobachtungen am Normalbarometer des betreffenden Institutes von derjenigen Persönlichkeit gemacht wurden, welche für gewöhnlich die Beobachtungen anstellte; 2) bezüglich des attachirten Thermometers rechnete ich mit denselben Korrektionen, welche an dem betreffenden Orte benutzt werden, wenn sie auch vielleicht nicht mehr ganz richtig sind; 3) die Reduktion des Normalbarometers auf 0° wurde nach den an dem betreffenden Orte gewöhnlich benutzten Tabellen ausgeführt.“

Die folgende Tabelle enthält das Ergebniss der Vergleichungen, und zwar in Form der Korrektionen, welche am Stande der betreffenden Barometer anzubringen sind, um ihn auf denjenigen des Normalbarometers zu St. Petersburg zu reduciren:

Berlin, Meteorologisches Institut, Wild-Fuess No. 76 .	— 0,02 *mm*.
„ „ „ „ No. 248 .	— 0,00 „
Hamburg, deutsche Seewarte, Normal	+ 0,07 „
„ „ „ Köppen-Fuess No. 9 . .	— 0,39 „
Utrecht, Meteorologisches Institut, Becker No. 5 . . .	— 0,32 „
Brüssel, Königl. Observatorium, Tonnelot No. 941 . .	+ 0,28 „
Dasselbe, korrigirt	+ 0,23 „
Paris, *Bureau central météorologique*, Fortin-Alvergniat .	+ 0,07 „
Dasselbe, korrigirt	+ 0,11 „
Sèvres, *Bureau internat. des poids et mesures*, Wild-Turettini W 2	+ 0,19 „
Normal II (Marek)	+ 0,10 „
Zürich, Meteorologische Centralanstalt, Wild-Fuess No. 168	— 0,06 „
Dasselbe, korrigirt	— 0,16 „
Wien, Centralanst. für Met. und Erdmagn., Pistor No. 279	+ 0,11 „

Sp.

Prof. Cerebotani's automatischer meteorologischer Universalapparat.

Von H. Steinach. *Bayer. Industr.- u. Gewerbeblatt. 1888.* **20.** *S. 643. — Zusätze und Diskussionen ebendaselbst. S. 677 und 691.*

Der Apparat ist bestimmt, in gewissen Intervallen (etwa sechs- bis achtmal am Tage) eine Fernbeobachtung der meteorologischen Instrumente von beliebig gelegenen Stationen auszuführen.

Zu diesem Zwecke müssen sämmtliche Apparate ihren Stand durch die Stellung eines Zeigers innerhalb bestimmter Grenzen anzeigen; die Mittellage ist dabei die horizontale.

Sämmtliche Zeiger — es mögen deren sechs sein — spielen über der Oberfläche einer aufrechtstehenden Trommel aus isolirendem Material, welche vermöge eines Uhrwerks an den Beobachtungsterminen eine ganze Umdrehung ausführt. Hierbei schleift ein sogenanntes *Meldedreieck*, welches etwas weniger als $^1/_6$ des Trommelumfanges einnimmt, der Reihe nach über die sechs Zeiger hin. Indem nun das rechtwinklige Meldedreieck aus einer gewissen Anzahl stromleitender senkrechter Ordinaten besteht, wird jeder Apparat bei der Rotation der Trommel um so mehr Kontakte erzeugen, je tiefer der Zeiger desselben steht. Der entfernte Beobachter kann also mit Hilfe eines für die betreffenden Termine in Gang gesetzten Morse-Apparates den Stand der meteorologischen Instrumente zur Aufzeichnung bringen.

Eine zweckentsprechende Form dieser Instrumente ist leicht möglich bei dem Barometer (Waagbarometer), Thermometer (Metallthermometer) und Hygrometer (Lamelle aus hygroskopischem Material, an einem Ende eingespannt); für den Regenmesser, die Windfahne, und das Robinson'sche Schalenkreuz waren besondere Vorrichtungen zu erfinden, auf welche hier indessen nicht näher eingegangen werden kann.

Auf S. 677 der oben genannten Quelle bringt die Redaktion einige Verbesserungsvorschläge eines Lesers zur Kenntniss; dieselben beziehen sich auf die Gestaltung des Windapparates, und eine zweckmässigere Form des Meldedreiecks, welches in zwei übereinanderliegende flachere Dreiecke zerlegt werden soll, damit die Unterschiede im Stande der Instrumente um so deutlicher markirt werden. Ueber welchem von beiden Dreiecken der Zeiger spielt, soll mit Hilfe einer, dem einen Dreiecke vorgelagerten leitenden Ordinate festgestellt werden.

Auf S. 691 antwortet Verf. auf diese, sowie auf einige anderweitige mündliche Bemerkungen, mit dem Vorschlage einer noch zweckmässigeren Verbindung zweier, übereinanderliegender Meldedreiecke; mit Recht fügt er aber sogleich hinzu: „Das Alles ist nebensächlich, es wird sich eine Reihe zweckmässiger Kombinationen finden lassen; maassgebend bleibt die Erfindung: Den Stand eines Instrumentes durch verschiedene Anzahl Punkte oder verschieden lange Striche zu melden — und die Benutzung desselben Apparates für eine beliebige Anzahl von Instrumenten. — Wie der Apparat für die Praxis auszubilden ist, das sind ganz andere und wichtigere Fragen." Verf. erörtert nun die Schwierigkeiten, welche aus der Anwendung der Elektricität überhaupt (Oeffnungsfunke!) und aus der Reibung der Zeigerspitzen auf der Cylinderfläche entspringen; um die Rückwirkung der letzteren auf den Stand der Instrumente zu vermeiden, erinnert er an die von Hottinger (und von Hipp [Ref.]) angewandte Registrirmethode, bei welcher die Spitze des federnden Zeigers durch einen zweckentsprechend gestalteten Hammer für einen Moment an das Papier angedrückt wird.

Es scheint dem Verfasser, sowie dem Erfinder des Apparates, nicht bekannt geworden zu sein, dass das Problem eines allgemeinen Meteorographen — sei es mit Nah- oder Fernaufzeichnung — schon verschiedene Lösungen gefunden hat, so z. B. von Pat. Secchi, Theorell, Van Rysselberghe, Olland und Baumgarten, und P. Schreiber. Die grösste Aehnlichkeit hat Cerebotani's Apparat mit dem Olland'schen Meteorographen, von dem das erste Exemplar im Jahre 1877 ausgeführt worden ist; auch dieser setzt voraus, dass die Aenderung des Standes der meteorologischen Instrumente sich in einer Zeigerdrehung kundgebe; auch hier spielen die Zeiger über verschiedenen Theilen einer und derselben Kreisperipherie, und ein über den ganzen Kreisumfang hinweglaufender Arm telegraphirt die Stände der Zeiger direkt in ihrer Beziehung zu den gleichzeitig mittelegraphirten Skalen. Von vornherein wurde hier eine selbstthätige Fernregistrirung, von Viertel- zu Viertelstunde, in Aussicht genommen und erreicht, was aber natürlich den ganzen Apparat wesentlich komplicirter macht. Mit den obenerwähnten Schwierigkeiten haben begreiflicherweise die Erfinder dieser Apparate ebenfalls zu kämpfen gehabt.

Beschrieben wurde der Olland'sche Meteorograph u. A. von Direktor M. Snellen in Carl's *Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre*, etwa im J. 1879. *Spr.*

Bürette und Pipette mit Patenthahn.

Von Greiner & Friedrichs. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **27.** *S. 470.*

Die Bürette unterscheidet sich von den gewöhnlichen Glashahnbüretten dadurch, dass sie neben der Ausflussspitze ein zweites Röhrchen trägt, welches im rechten Winkel nach hinten gebogen ist und mit dem Reservoir für die Titerflüssigkeit verbunden wird. Durch den mit zwei schrägen Bohrungen versehenen Hahn kann jedes der beiden Röhrchen mit dem Inneren der Bürette verbunden werden.

Die Pipette ist ein cylindrisches Gefäss, welches am unteren verengten Ende den zweimal schräg gebohrten Hahn, die Auslaufspitze und das gebogene Zuflussrohr trägt, genau so wie bei der eben beschriebenen Bürette, oben aber in eine offene Röhre ausläuft; letztere trägt mittels eines Stopfens eine flache, doppelt tubulirte Glasglocke (genau wie die des Hüfner'schen Apparates zur Bestimmung des Stickstoffs im Harn), in die sie ziemlich hoch hineinragt. Die Pipette wird gefüllt, indem man durch das Zuflussrohr die Flüssigkeit eintreten lässt, bis sie in die Glocke überzufliessen beginnt. Der Ueberschuss kann durch die zweite Tubulatur der Glocke entleert werden. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Geschichte der Astronomie während des neunzehnten Jahrhunderts. Gemeinfasslich dargestellt von A. M. Clarke. Deutsch von H. Maser. Berlin, Springer. 1889. 540 S. M. 10,00.

Die Verfasserin, welche sich durch ihre interessanten astronomischen Aufsätze schon längst einen geachteten Namen erworben hat, behandelt in dem vorliegenden Werk in einer den Fachmann wie den Laien gleich fesselnden Weise die Entwicklung der Astronomie im neunzehnten Jahrhundert, soweit dieselbe sich auf die Erforschung der Konstitution des Sternenhimmels und der physikalischen Beschaffenheit der Gestirne bezieht, der beiden Zweige also, welche man als die siderische und die physikalische Astronomie zu bezeichnen pflegt. Auf die Fortschritte des dritten Zweiges, der theoretischen oder rechnenden Astronomie dagegen geht sie nur soweit ein, als es zum Verständniss des Ganzen nöthig ist; abstrakte (oder wie es leider in Folge eines Druckfehlers (?) heisst: abstruse) mathematische Theorien sind, abgesehen von den wichtigeren und leichter verständlichen Resultaten, von der Betrachtung ausgeschlossen.

Das Werk zerfällt in zwei Abschnitte. Der erste enthält die Fortschritte während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, namentlich also die auf dem Gebiete der siderischen Astronomie epochemachenden Arbeiten der beiden Herschel, Bessel's, Argelander's, Struve's u. s. w., die Entdeckung der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, die Verbesserung der Fernrohre durch Fraunhofer u. s. f. Der an Umfang den ersten bei weitem überragende zweite Abschnitt behandelt die seit der Mitte des Jahrhunderts gemachten, vor allem durch die Entdeckung der Spektralanalyse bedingten Fortschritte. Ausser von der Astrophysik ist aber auch eingehend die Rede von den verschiedenen in der Neuzeit in Anwendung gekommenen Methoden zur Bestimmung des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne, von der Erforschung der Oberflächenbeschaffenheit der Planeten und des Mondes, von der Anwendung der Photographie zu astronomischen Zwecken, vom *Equatorial coudé* der Pariser Sternwarte, vom Riesenfernrohr der Lick-Sternwarte in Kalifornien u. a. m. An Ausführlichkeit und Gründlichkeit innerhalb der von vorn herein gezogenen Grenzen lässt das Werk kaum etwas zu wünschen übrig, nur hätte im Vergleich zur englischen die deutsche Astronomie etwas eingehender berücksichtigt werden müssen. Die Darstellung ist sehr klar; Verf. verschmäht es auch nicht, physikalische Gesetze, z. B. die Principien der Spektralanalyse zu erläutern, um lieber „trivial zu erscheinen als aus Mangel an Aufklärung unverständlich zu bleiben".

Einen nützlichen Anhang des Buches bilden die chronologische Tafel, sowie das Namen- und das Sachregister, besonderen Werth verleiht dem Werk aber die stete Nach-

weisung der Quellen. Mit sehr wenigen Ausnahmen ist, wie Verf. sagt, das Material den Originalabhandlungen entnommen. Besonders für den Laien kann das Geschichtswerk zugleich als Lehrbuch dienen. *Kn.*

I. Bauschinger. Ueber die Biegung von Meridianfernrohren. Sonderabzug aus den *Annalen der K. Sternwarte zu München.* München. Franz. M. 1,50.

H. Frerichs. Die Hypothesen der Physik. Norden. Fischer's Nachf. M. 2,50.

S. v. Gaisberg. Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen. München. M. 2,50.

G. Govi. Il Microscopio composto inventato da Galileo. Napoli. M. 5,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 22. Januar 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Lummer sprach unter Vorführung von Experimenten über photometrische Versuche. (Vgl. *das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 41*). Zum Mitgliede des Vorstandes der Fraunhofer-Stiftung wurde Herr Direktor Dr. Loewenherz gewählt, welcher die Wahl annimmt und zu recht reger Unterstützung der Stiftung aus der Mitte der Gesellschaft sowohl durch Beitritt als auch durch ausserordentliche Beiträge auffordert.

Sitzung vom 5. Februar 1889. Vorsitzender Herr Stückrath.

Der Vorsitzende ersucht die Mitglieder der Gesellschaft um recht eingehende Mittheilung über die Geschäftslage im Laufe des verflossenen Jahres, da ihm die Abfassung eines Berichtes über die Lage des Mechaniker-Gewerbes für das Aeltestenkollegium der Kaufmannschaft obliege. Hierauf beginnt eine eingehende Berathung über die Abhaltung eines Deutschen Mechanikertages bei Gelegenheit und im Anschluss an die diesjährige Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Heidelberg.

Nachdem die Gesellschaft sich im Princip für die Abhaltung eines Mechanikertages ausgesprochen und beschlossen hatte, die vorbereitenden Schritte in die Hand zu nehmen, trat eine Vorbesprechung über die Punkte ein, welche den Mechanikertag zu beschäftigen hatten. Seitens des Vorstandes waren drei Fragen zur Berathung gestellt. Der erste Punkt betrifft die Ausfuhr wissenschaftlicher Instrumente. Bei Ablauf der Handelsverträge (1892) ist eine Änderung der Zollgesetzgebung im Auslande zu befürchten, welche die Ausfuhr deutscher Präcisionsinstrumente wesentlich schädigen könnte; es wird sich daher empfehlen, in einer gemeinsamen Eingabe der deutschen Mechaniker und Optiker die Reichsregierung auf die Wünsche und Bedürfnisse der Präcisionstechnik aufmerksam zu machen, damit dieselben bei der Erneuerung der Handelsverträge berücksichtigt werden können. An der Diskussion über diesen Punkt betheiligen sich die Herren Ernecke, Haensch, Dr. Loewenherz, Müller und Polack.

In zweiter Reihe schlägt der Vorstand vor, die Lehrlings- und Gehilfenfrage zum Gegenstande der Berathung des Mechanikertages zu machen. Hierbei spricht zunächst Herr Handke und bringt ein eingehend bearbeitetes Referat zum Vortrage, in welchem auf die vielfach vorhandenen Missstände im Lehrlingswesen hingewiesen und für Gehilfen ein Minimallohn von 18 Mark vorgeschlagen, jedoch von dem Vorhandensein gewisser bestimmt formulirter Minimalfertigkeiten abhängig gemacht wird. In der sich an den Vortrag anschliessenden Diskussion spricht sich die Geneigtheit aus, stete Förderung der berechtigten Interessen der Gehilfen zum Nutzen des Faches anzustreben, unberechtigten Forderungen aber fest entgegen zu treten. Es wird ausgeführt, dass die Lage der Gehilfen eine bessere sein würde, wenn die Ausbildung der Lehrlinge und dementsprechend die Leistung der jüngeren Gehilfen genügend wäre. Von Herrn Handke wird eine Verbesserung der Lehrlingsausbildung von der Einrichtung praktischer Kurse bei der Handwerkerschule erhofft, in welchen gewisse grundlegende praktische Kenntnisse zu erwerben wären.

Wegen der vorgerückten Zeit wird hierauf die Fortsetzung der Besprechung auf die nächste Sitzung vertagt.

Sitzung vom 19. Februar 1889. Vorsitzender Herr Stückrath.

Die Berathung über den Mechanikertag zu Heidelberg wird bei der Lehrlings- und Gehilfenfrage wieder aufgenommen. Der Herr Vorsitzende stellt die Frage zur Debatte, ob die Annahme berechtigt sei, dass der Mechanikergehilfe im Allgemeinen materiell schlechter gestellt sei als die Gehilfen in andern Gewerben. Herr Grimm glaubt dies verneinen zu sollen, da im Telegraphenfach ein tüchtiger Gehilfe einen Wochenverdienst von 30 bis 36 Mark erziele. Herr Runge ist der Meinung, dass die Verhältnisse für jüngere Gehilfen allerdings recht ungünstig lägen und eine Besserung anzustreben sei. Herr Haensch konstatirt einen stets fühlbarer werdenden Mangel an tüchtigen jüngeren Kräften; die elektrotechnische Branche, in welcher bei fabrikmässigem Betriebe höhere Verdienste zu erzielen seien, entzöge der Präcisionsmechanik eine Menge tüchtiger Kräfte. Herr Pensky erinnert an die wesentlich günstigeren Lohnverhältnisse in englischen Werkstätten und führt dieselben auf die dortige fabrikmässige Produktionsweise zurück. Herr Handke stellt sich auf den Standpunkt einer Ausbildung, welche spätere Selbständigkeit ermögliche und befürwortet die Einrichtung praktischer Kurse an Handwerkerschulen, in welchen die jungen Leute das nachholen könnten, was als minimale Ausbildung von ihnen verlangt werden müsse. Herr Haensch regt die Einführung eines einheitlich gestalteten Gehülfenzeugnisses an, aus welchem die Fähigkeiten und Fertigkeiten des Gehülfen ersichtlich seien.

Hierauf wird zur Besprechung des dritten Punktes geschritten, welcher den Mechanikertag zweckmässig beschäftigen könnte, die Einführung einheitlicher Schraubengewinde. Herr Kärger hält die Frage für eine ebenso wichtige wie schwierig zu lösende, weist darauf hin, dass die Systeme des Maschinenbaues keinen brauchbaren Anhalt für kleinere Dimensionen gewähren und macht Mittheilung über die Art, wie er in seiner Praxis die Frage einer Lösung entgegen zu führen versucht habe. Herr Haentzschel erwähnt ein Millimetergewinde, welches in der Gangform dem Reuleaux'schen Vorschlage entspricht, aber mit der Ganghöhe veränderliche Kantenwinkel annimmt. Herr Direktor Dr. Loewenherz schlägt vor, um zu einer genauen Kenntniss über die in der Feinmechanik gebräuchlichen Schrauben zu kommen, die gangbarsten Gewinde aus Werkstätten einzufordern und sorgfältig zu bestimmen. Zugleich giebt derselbe einen Ueberblick über das in der Schweiz von Prof. Thury aufgestellte Uhrschraubensystem, welches dort Geltung gewonnen hat, während ähnliche, 1881 in England gemachte Vorschläge nicht durchgeführt worden sind.

Die Diskussion über das Programm des Meckanikertages wird hierauf geschlossen und zur Wahl eines vorberathenden Ausschusses geschritten. Es werden gewählt mit dem Rechte der Zuwahl, zu Vorsitzenden die Herren P. Stückrath und H. Haensch, zu Schriftführern die Herren Dr. Rohrbeck und Dr. Westphal.

Endlich berichtete Herr Direktor Dr. Loewenherz über den Stand der Verhandlungen mit dem Vorstande der Naturforscherversammlung. Die Vorschläge der Gesellschaft sind angenommen worden. Es wird eine Sektion für Instrumentenkunde gebildet, deren Verhandlungen in üblicher Weise im Tagblatte der Naturforscherversammlung angekündigt und besprochen werden. Die Gesellschaft sorgt für die sachgemässe Beschickung der Ausstellung und entsendet einige ihrer Mitglieder zu diesem Zwecke in den Ortsausschuss.

Eine Anfrage wie man Stahl und Nickel hochglänzend polire, ohne die geschliffenen Flächen zu verändern, wird dahin beantwortet, dass man ebenso feine Polirmittel anwenden müsse wie bei geschliffenem Glase.

Fachschule für Mechaniker an der Handwerkerschule zu Berlin.

Der Sommerkursus dieses Jahres beginnt am 4. April, Anmeldung nimmt der Direktor der Handwerkerschule, Herr O. Jessen, Montags, Mittwochs und Freitags, im Schulgebäude, Lindenstr. 97, entgegen. Der Kursus ist ein halbjähriger; die Unterrichtszeit fällt in die Vormittagsstunden der Wochentage. Auf Wunsch erhalten die Theilnehmer am Schlusse des Halbjahrs ein Zeugniss. Das Schulgeld beträgt 60 Mark für das Halbjahr;

die Zahlung berechtigt zugleich zur Theilnahme an den Abend- und Sonntagskursen der Handwerkerschule. Bedürftigen kann das Kuratorium eine Freistelle gewähren.

Im vorigen Heft sind bei der Angabe des Vorstandes der Gesellschaft einige Irrthümer vorgekommen, die hiermit berichtigt werden: Herr Archivar Goette wohnt Berlin W. Markgrafenstr. 34. Beisitzer sind die Herren: J. Faerber, W. Handke, Dr. H. Rohrbeck und G. Polack.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

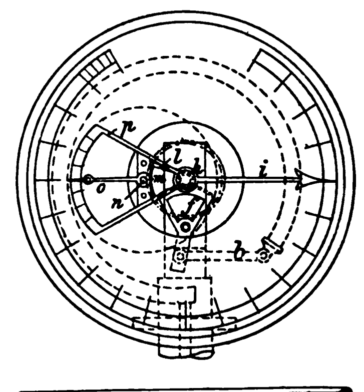
Neuerung an Taschenapparaten zur Prüfung der Luft mit unmittelbarer Ablesung des Kohlensäuregehaltes und Reinheitsgrades. Von H. Wolpert in Nürnberg. No. 44822 vom 12. Januar 1888.

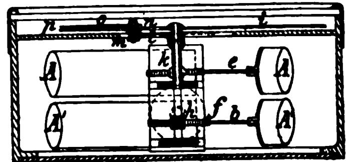
Ein von einem Rohre *R*, am besten einem Kapillarröhrchen, durchsetzter Kolben wird in einem Cylinder behufs Luftaustriebes hinabgelassen und sodann zum Einlassen von Untersuchungsluft allmälig in die Höhe geführt. Der Cylinder ist mit einer empirisch festgestellten Luftverschlechterungsskale versehen, an welcher der Kohlensäuregehalt und damit der Reinheitsgrad der untersuchten Luft unmittelbar abgelesen werden kann.

Die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft wird folgendermaassen vorgenommen. Man füllt in den Cylinder *C* bis zur Höhe eines Füllstriches ein bestimmtes Quantum einer stark verdünnten alkalischen (Soda-) Lösung und färbt dieselbe durch Zusatz eines Alkali-Indikators (z. B. durch Zusatz von Phenolphtaleïn) roth. Darauf treibt man durch Einlassen des Kolbens *K* die in dem Cylinder enthaltene Luft aus und führt dann den Kolben *K* so hoch, bis die Flüssigkeit durch Aufnahme der in der eingedrungenen Luft enthaltenen Kohlensäure völlig entfärbt worden ist. Diese Stellung des Kolbens zeigt dann an den Skalen den Kohlensäuregehalt bezw. den Reinheitsgrad der eingelassenen Luft an.

Es dürfte schwierig sein, die alkalische Lösung bei solchen Prüfungen stets auf hinreichend gleichem Titer zu erhalten.

Kontrolvorrichtung für Manometer. Von Gradenwitz & Taenzer in Berlin. No. 44835 vom 11. Nov. 1887.

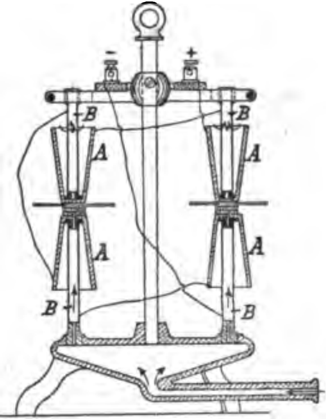




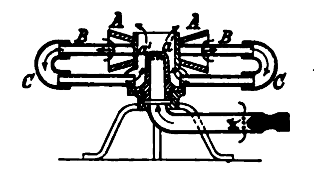
Das bekannte „Kontrolmanometer" ist derart ausgebildet, dass die Abweichungen der beiden Manometer von einander vergrössert angezeigt werden. Von den beiden Manometerfedern *A* und *A'*, welche hintereinander angeordnet sind, überträgt die Feder *A'* mittels der Stange *b* und des Doppelhebels *f* ihre Bewegung auf den Zeiger *i*. Hierbei bewegt sich die im Zeiger *i* gelagerte Welle *n* des Zeigers *o* von der Stelle. Gleichzeitig macht Feder *A* dieselbe Bewegung wie *A'* und überträgt diese durch die Zugstange *e* mittels Doppelhebel *h* auf die Hülse *k*, welche demnach dieselbe Drehung wie der Zeiger *i* ausführt, wenn beide Federn in gleicher Weise wirken. Auf *k* sitzt ein Zahnrad *l*, welches in ein Trieb *m* auf der Axe *n* des Zeigers *o* greift. Es werden sich also *i* und *o* gemeinschaftlich drehen und *o* auf demselben Punkt der zugehörigen auf *i* verzeichneten Skale stehen bleiben.

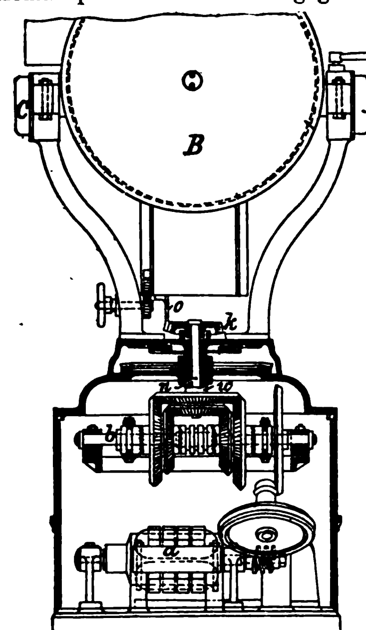
Sobald jedoch die Federn nicht gleichmässig arbeiten, verschiebt sich Zeiger *o* auf dem Zeiger *i* und zwar erscheint die Ungleichheit der Federbewegung stark vergrössert, da Zahnrad *l* und Trieb *m* die Bewegung von *k* vervielfacht auf den Zeiger *o* übertragen.

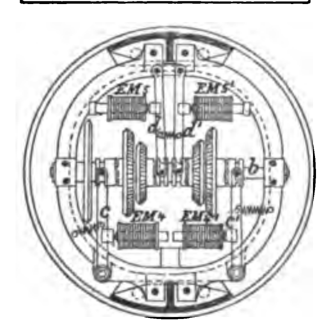
Neuerung an thermoelektrischen Elementen. Von R. J. Gülcher und Firma J. Pintsch in Berlin. No. 44146 vom 23. Juni 1887.



Die einzelnen Elemente werden von Hohlkörpern *A* (hohlen Cylindern, Kegeln, Pyramiden u. s. w.) aus thermoelektrischem Material gebildet, welche so angeordnet sind, dass ihre kleinsten Basisflächen *a'* zur Erwärmung, alle übrigen Flächen aber zur Abkühlung benutzt werden. Diese Elementkörper werden mit massiven oder hohlen Stäben *B* aus ebenfalls thermoelektrischem Material derart kombinirt, dass letztere sich im Innern der Hohlkörper *A* befinden. Die Stäbe *B* sind mit Oeffnungen versehen, um eine lebhaftere Luftcirkulation zu erzeugen und können direkt an Schornsteine oder Luftkanäle *C* anschliessen, welche nach dem gemeinsamen Heizraume geführt sind, um diese Cirkulation noch zu verstärken. Die inneren hohlen Stäbe *B* können auch direkt als Zuleitung des Heizgases benutzt werden, welches durch eine oder mehrere Oeffnungen an dem zu erwärmenden Ende der beiden Hohlkörper *A* ausströmt und entweder ausserhalb beider oder im Innern des äusseren Hohlkörpers zur Verbrennung gelangt.



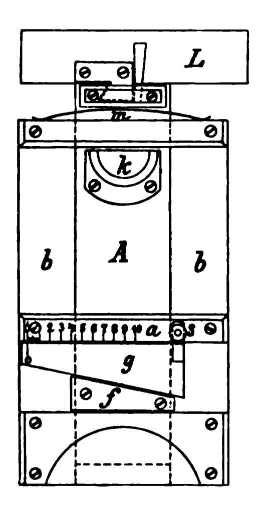




Neuerung an elektrischen Scheinwerfern. Von A. Siemens in London. No. 44160 vom 15. Juni 1887.

Die Neuerung betrifft einen Apparat zur Drehung einer elektrischen Lampe mit Spiegel oder sonstigem optischen Apparate und besteht in der Verbindung eines die Lampe tragenden Gehäuses *B*, welches um eine vertikale Welle *w*, sowie um zwei horizontale Zapfen *C* drehbar ist, mit einer durch einen Elektromotor *a* bewegten Welle *b* in der Weise, dass durch die Wirkung zweier Elektromagnetpaare EM_4, EM_4' und EM_5, EM_5' auf ihre Ankerhebel *cc'* und *dd'* eine Kuppelung der Welle *b* entweder mit der das Gehäuse *B* tragenden vertikalen Hohlwelle *w* oder mit der Welle *n* bewirkt wird, welche das in ein am Gehäuse angebrachtes Kegelradsegment *o* eingreifende Kegelrad *k* trägt.

Schraffirapparat. Von O. Clément in Berlin. No. 44970 vom 21. März 1888.



Der vorliegende Schraffirapparat besteht aus den beiden durch Querstücke verbundenen parallelen Schienen *b*, zwischen denen sich der mit Feder *m* versehene Schieber *A* auf- und abbewegen lässt. An den Schieber *A* wird ein Lineal *L* oder ein Zeichenwinkel angebracht. Um die Entfernung der parallelen Linien bestimmen zu können, ist auf *A* ein Keil *f* fest angebracht, welcher sich gegen den beweglichen und mit einem Index versehenen Keil *g* legt. Auf dem Querstücke *a* befindet sich eine die Strichweiten angebende Skale, mittels welcher der Keil *g* eingestellt wird; durch die Schraube *s* wird eine Klammer niedergedrückt, welche *g* festhält; *k* ist eine Griffleiste zur Bewegung des Schiebers *A*.

Zirkelgelenk. Von G. Schoenner in Nürnberg. No. 44741 vom 5. Februar 1888.

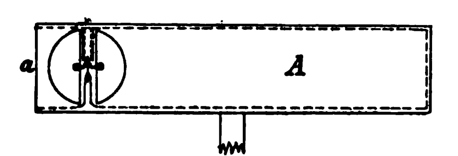
Das Zirkelgelenk ist mit einer aus Stahlblech durch Pressung hergestellten Scheibe *s* versehen, die eine kugel- oder kegelförmige, in eine Vertiefung des Zirkelschenkels *b* eingreifende Erhöhung *f* hat. Hierdurch soll jeder todte Gang vermieden und Sanftheit der Bewegung erzielt werden.



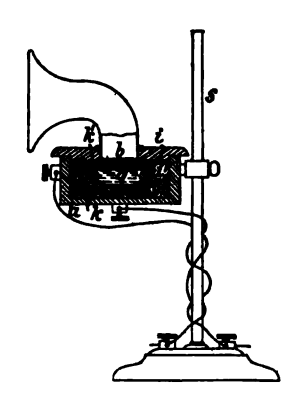
Die Patentschrift enthält mehrere Ausführungsformen des Gelenks.

Phonoskop. Von W. Apel in Göttingen. No. 44821 vom 8. Januar 1888.

Das Phonoskop besteht aus einem einerseits offenen Hohlcylinder *A*, welcher an der Oeffnung *a* durch eine elastische Membran verschlossen ist. In der Nähe der Oeffnung ist ein dünnes Blättchen leicht drehbar aufgehängt. (In der Figur ist das in zwei Hälften geschnittene Blättchen an einem Querarm befestigt. Dieser trägt in der Mitte ein Glashütchen, welches nach Art der Radiometer auf einer Nadelspitze spielt.) Wird ein Ton ausserhalb des Hohlcylinders hervorgebracht, welcher dem Eigenton desselben entspricht, so dreht sich das Blättchen in eine Stellung parallel zur Oeffnung des Hohlcylinders, so dass also eine Drehung des Blättchens das Vorhandensein des Tones anzeigt, auf welchen das Phonoskop nach Grösse oder Form des Hohlcylinders abgestimmt ist.



Quecksilber-Telephon. Von P. Colberg in Berlin. No. 44563 vom 17. December 1887.



Ein am Ständer *s* verstellbarer Kasten *a* ist bis nahe an den oberen Rand mit Kohle *k* ausgefüllt, in welcher eine centrale Vertiefung gebildet ist, die mit Quecksilberamalgam *q* gefüllt wird. Letzteres wird durch eine Kohlenscheibe *k'* bedeckt, auf welcher das zwischen zwei Ringscheiben *i* und *i'* eingeklemmte Diaphragma *b* aufliegt. Durch die Zwischenschaltung einer solchen elastischen und gut leitenden Masse wie Quecksilber oder Quecksilberamalgam zwischen die Mikrophonkontakte *k* und *k'* soll die Empfindlichkeit der letzteren erhöht werden.

Magnesiumlampe. Eisenwerke Gaggenau in Gaggenau. No. 44505 vom 6. März 1888.

Die Neuerung besteht in der Verwendung von Magnesiumbändern, aus denen in intermittirender Folge parallele längliche Schlitze ausgestanzt sind, um eine gleichmässige Luftzuführung zur Flamme zu erzielen. Ferner ist eine Vorrichtung von zwei endlosen Kettenbändern aus Drahtgeflecht zur Abführung des verbrannten Magnesiums angebracht.

Tellurium. Von L. Deichmann in Kassel. No. 45008 vom 21. April 1888. (Zusatz-Patent zu No. 43274 vom 28. Juni 1887.)

Der Mechanismus zur Bewegung des Mondes ist derart abgeändert, dass das Fortschreiten der Knoten der Mondbahn zur Darstellung kommt. Zu diesem Zwecke ist dem an dem elliptischen Ringe sich abwälzendem Rade nur die Aufgabe zuertheilt, die Revolutionsbewegung des Mondes zu bewirken, während ein von diesem Rade angetriebenes zweites, entsprechend grosses Rad mit der Abschrägung versehen ist, welche die Neigung der Mondbahn zur Erdbahn herstellt.

Fragekasten.

Bezugsquellen für folgende Gegenstände gewünscht: 1. Stahlrohr (bezw. Eisenrohr) für Quecksilberpendel. Die Wandungen der innen polirten Cylinder dürfen im fertigen Zustande höchstens 2 *mm* stark sein und müssen an beiden Enden im Innern noch Gewinde mit Ansatz tragen. Das Metall muss sehr dicht und homogen sein. 2. Aluminiumbronce in Platten, für Hemmungen an Uhren. 3. Bezugsquelle für reines Platin und reines Iridium.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **April 1889.** Viertes Heft.

Ueber die Löslichkeit der Kali- und Natrongläser in Wasser.

Von

Dr. **F. Mylius** und Dr. **F. Foerster**.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Das letzte Heft dieser Zeitschrift enthält eine wichtige Abhandlung von Dr. O. Schott über die Aufnahme von Wasser in die Substanz des Glases. Schott findet, dass dieselbe bei den Kaligläsern viel stärker ist als bei den Natrongläsern, und die letzteren werden darum zur Herstellung von Glasgeräthen zu Präcisionszwecken empfohlen. Die Ansichten darüber, welche Gattung von Glas durch Wasser leichter angreifbar sei, waren bisher getheilt. Während von Manchen, wie z. B. von Vogel und Reischauer[1]), sowie von Weber[2]) schon früher die leichte Angreifbarkeit der Kaligläser hervorgehoben worden ist, galten diese bei Anderen für besonders widerstandsfähig; Schwarz[3]) fand bei seinen kürzlich veröffentlichten Glasstudien, dass es für die guten Glassorten nicht wesentlich in Betracht komme, ob Kali oder Natron in ihnen vorhanden sei.

Die werthvollen Versuche von Schott erlauben noch insofern eine Vervollständigung, als ein direkter Vergleich verschiedener Kali- und Natrongläser analoger Zusammensetzung, hinsichtlich ihrer Löslichkeit in Wasser, nützlich erschien. Ueber einen solchen Vergleich, welcher von uns im Einverständniss mit Herrn Dr. Schott ausgeführt worden ist, soll im Folgenden berichtet werden.

I. Kali- und Natronwasserglas.

Das Kaliwasserglas ist nach Schott's Versuchen ausgezeichnet durch die Fähigkeit, Wasser in seine Masse aufzunehmen, ohne seine glasartige Beschaffenheit dabei einzubüssen. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen, wenn man gepulvertes Wasserglas unter Wasser aufbewahrt; es findet dabei ähnlich, wie beim hydraulischen Mörtel, eine Erhärtung der breiigen Masse durch Verkitten der einzelnen Glasfragmente statt, eine Thatsache, welche bisher nicht allgemein bekannt geworden ist. Dieser Vorgang ist mit einer Wärmeentwicklung verbunden, welche um so beträchtlicher ist, je weniger Kieselsäure das Glas enthält; bei Wasserglas, in welchem sich auf 1 Mol. Kali (K_2O) 3 Mol. Kieselsäure (SiO_2) befanden, war innerhalb einer Viertelstunde eine Erwärmung der durchfeuchteten Masse um 10° erkennbar, und das Erhärten trat innerhalb eines Tages ein; ist der Kieselsäuregehalt grösser, so braucht die feuchte Masse zwei bis drei Tage zur Erstarrung.

Während sonach das Kaliwasserglas sich sehr schnell mit Wasser vereinigt, geht der Process bei dem Natronwasserglase relativ langsam vor sich; bei diesem

[1]) Vogel und Reischauer, *Dingl. Polyt. Journ.* **152.** *S. 181.* — [2]) R. Weber, *Wiedem. Ann.* **6.** *S. 431.* — [3]) H. Schwarz, *Verein z. Beförd. d. Gewerbfl. 1887. S. 204.*

findet zwar auch ein allmäliges Erhärten der gepulverten Substanz unter Wasser statt, jedoch erst im Laufe von zwei bis drei Monaten. Während dieser Zeit wird die Flüssigkeit, welche das Glaspulver durchtränkt, sichtbar zäher, bis sie zuletzt als ein harter Kitt erscheint, welcher die noch unangegriffenen festen Theile zu einer glasigen Masse vereinigt. Es findet hier langsam in der Kälte derselbe Vorgang statt, welchen man beim Erhitzen der Wassergläser mit wenig Wasser schon nach kurzer Zeit beobachten kann, ein Aufquellen des Glases durch die Vereinigung mit Wasser. Ein andauerndes Erhitzen mit drei oder vier Theilen Wasser ist genügend, die gequollene Masse ganz in Lösung zu bringen, und die zähflüssige Wasserglaslösung des Handels wird durch Erhitzen des Glaspulvers mit wenig Wasser hergestellt.

Wenn auf das Wasserglas eine grosse Menge Wasser wirkt, so findet wesentlich eine Extraktion des Glases in dem Sinne statt, dass Alkali in Lösung geht und Kieselsäure als ein sehr feines schweres Pulver zurückbleibt; eine sekundäre Wirkung des Alkalis auf den Rückstand bedingt es aber, dass der wässrige Auszug des Wasserglases stets auch hydratische Kieselsäure gelöst enthält. Die Menge derselben wächst schnell mit der Koncentration der wirkenden Alkalilösung, und dies ist auch der Grund, weshalb eine relativ kleine Menge Wasser in der gleichen Zeit eine stärkere Wirkung auf das Glas ausübt als eine grosse Menge Wasser.

Man findet in den Lehrbüchern der Chemie[1]) bisweilen für das Wasserglas die Formel $Na_2Si_4O_9$ bezw. $K_2Si_4O_9$ angegeben, wodurch die Vorstellung erweckt werden könnte, das Wasserglas sei eine einheitliche chemische Verbindung; es sei hier darauf hingewiesen, dass eine solche atomistische Formel dem Wasserglase aus dem Grunde nicht gegeben werden kann, weil man Wasserglas der verschiedensten procentischen Zusammensetzung herstellen kann. Von einer individualisirten Verbindung ist hier nicht die Rede. Mit wieviel Kieselsäure das Metalloxyd im Wasserglase verbunden ist, soll hier nicht erörtert werden, die Versuche früherer Beobachter sowie die unsrigen sprechen aber dafür, dass das Wasserglas grosse Mengen freier Kieselsäure enthält[2]).

II. Kalkhaltige Kali- und Natrongläser.

Um einen Vergleich beider Gattungen von Glas durchzuführen, war es nöthig, Glasflüsse herzustellen, in welchen die Mengen von Kali und Natron einander äquivalent sind.

Als Material für die Glasflüsse dienten Sand, Marmor, Soda und Pottasche. Das Schmelzen geschah in Tiegeln aus einer besonders widerstandsfähigen Porzellanmasse, deren Beschaffung dem freundlichen Entgegenkommen des Direktors der Königlichen Porzellanmanufaktur, Herrn Dr. Heinecke, zu verdanken ist; als Ofen wurde ein Seger'scher Gas-Schmelzofen mit gutem Erfolge benutzt.

Zur Untersuchung gelangten vier Paare kalkhaltiger Gläser, deren Zusammensetzung sich aus den Schemata $2\,K_2O$, $6\,SiO_2$ und $2\,Na_2O$, $6\,SiO_2$ ableitet, indem nach einander an Stelle von Kali oder Natron 1, 2, 3, 4 Viertel-Moleküle Kalk eingeführt wurden. Die Endglieder der Reihe entsprechen dann den Schemata K_2O, CaO, $6\,SiO_2$ und Na_2O, CaO, $6\,SiO_2$, welche häufig als „Normalformeln" für gutes Glas gebraucht werden.

Die Glasflüsse enthielten nach dem Schmelzen eine Verunreinigung von Thonerde im Betrage bis zu einem Procent, aus den Wandungen der Tiegel herrührend;

---

1) Z. B. bei Roscoe-Schorlemer. — 2) Ueber diese unsere Versuche soll in den *Berichten d. D. chem. Gesellschaft* eine Mittheilung erfolgen.

da diese Verunreinigung aber bei allen Gläsern in gleichem Sinne vorhanden war, so glaubten wir sie für den vorliegenden Zweck nicht besonders berücksichtigen zu sollen.

Die Löslichkeit der Gläser wurde nach derselben Methode bestimmt, welche in der Mittheilung über die Störungen der Libellen (*diese Zeitschr. 1888. S. 267*) Erwähnung gefunden hat; gleiche Raummengen der zerkleinerten und mit Hilfe zweier Siebe auf ein bestimmtes Korn gebrachten Gläser werden im Platinkolben 5 Stunden lang mit Wasser bei 100° digerirt und darauf die in Lösung gegangenen Bestandtheile einzeln bestimmt. Damit die Durchschnittsvolumina der Glasfragmente bei allen Versuchen gleich seien, hat sich aber eine Kontrole als nöthig erwiesen, welche durch Zählen der ein bestimmtes Volumen bildenden Fragmente ausgeübt wird. Für den Fall, dass die Fragmente zu gross oder zu klein ausgefallen sind, muss durch erneutes Sieben dafür gesorgt werden, dass die richtige Durchschnittsgrösse und damit eine ungefähre Uebereinstimmung der wirkenden Oberflächen erreicht wird. Es wurden jedesmal 7,7 *ccm*, welche 20 *g* Thermometerglas entsprachen, 5 Stunden lang mit 70 *ccm* Wasser erhitzt; die analysirten Bestandtheile beziehen sich auf 60 *ccm* der filtrirten Lösung.

Die nachstehende Uebersicht giebt die procentische Zusammensetzung der geschmolzenen Gläser und die darauf folgende Tafel enthält die bei der Untersuchung der Löslichkeit erhaltenen Werthe.

Procentische Zusammensetzung der Gläser.

Glas No.	Kieselsäure. Procent.	Kali. Procent.	Natron. Procent.	Kalk. Procent.
I	65,7	34,3	—	—
II	74,4	—	25,6	—
III	66,8	30,6	—	2,6
IV	74,6	—	23,0	2,9
V	68,0	26,7	—	5,3
VI	74,8	—	19,4	5,8
VII	69,3	21,9	—	8,8
VIII	75,0	—	16,2	8,8
IX	70,6	18,4	—	11,0
X	75,3	—	12,0	11,7

Bestimmung der Löslichkeit.

Glas No.	Zusammensetzung.	Spez. Gew.	Angewandte Menge in *g*.	Anzahl d. Fragmente auf 1 *ccm*.	SiO_2 in *mg*.	K_2O in *mg*.	Na_2O in *mg*.	Summe des Gelösten in *mg*.	Sauerstoff d. Alkali in *mg*.	Mol. Alkali auf 1 Mol. SiO_2.
I	$2 K_2O, 6 SiO_2$	2,438	18,824	7300	4247	2377	—	6624	405	0,36
II	$2 Na_2O, 6 SiO_2$	2,505	19,381	7492	2145	—	842	2987	217	0,38
III	$1,75 K_2O, 0,25 CaO, 6 SiO_2$	2,449	18,948	7420	2998	1676	—	4674	285	0,36
IV	$1,75 Na_2O, 0,25 CaO, 6 SiO_2$	2,453	18,979	7510	304	—	203	507	52,3	0,64
V	$1,5 K_2O, 0,5 CaO, 6 SiO_2$.	2,456	19,002	7595	65,1	158,4	—	223,5	26,9	1,56
VI	$1,5 Na_2O, 0,5 CaO, 6 SiO_2$.	2,471	19,118	7555	8,1	—	34,3	37,9	8,9	4,1
VII	$1,25 K_2O, 0,75 CaO, 6 SiO_2$	2,465	19,072	7624	5,4	26,7	—	32,1	4,54	3,15
VIII	$1,25 Na_2O, 0,75 CaO, 6 SiO_2$	2,489	19,257	7620	5,9	—	11,5	17,4	2,97	1,9
IX	$K_2O, CaO, 6 SiO_3$	2,472	19,125	7424	3,5	6,0	—	9,5	1,02	1,1
X	$Na_2O, CaO, 6 SiO_3$	2,505	19,381	7500	3,2	—	4,2	7,4	1,08	1,27

Auch die kalkfreien Gläser sind der Vollständigkeit wegen mit in die Tafel aufgenommen worden; sie hinterliessen im Kolben gelatinöse Rückstände[1]) von wasserhaltigem Glase, welches durch längeres Kochen mit Wasser fast vollständig in Lösung ging. Bei den kalkhaltigen Gläsern hatten die im Kolben bleibenden Massen noch die Form des ursprünglichen Glases mit Ausnahme des Glases No. III, bei welchem ebenfalls eine Verkittung der Masse stattgefunden hatte.

Die angeführten Zahlen beseitigen jeden Zweifel darüber, dass die Kaligläser leichter durch Wasser angegriffen werden als die entsprechenden Natrongläser. Es geht aber aus unseren Versuchen die bemerkenswerthe Thatsache hervor, dass die Unterschiede in der Löslichkeit beider Gattungen von Glas um so geringer werden, je mehr Kalk in ihnen vorhanden ist. Die Löslichkeit des Kaliglases übertrifft nämlich diejenige des entsprechenden Natronglases

bei	No.	III	bis	IV	um	das	9,2 fache
„	„	V	„	VI	„	„	5,8 „
„	„	VII	„	VIII	„	„	1,8 „
„	„	IX	„	X	„	„	1,3 „ .

In dem letzteren Falle ist die Löslichkeit beider Glassorten ungefähr analog, d. h. der beobachtete Unterschied in den gelösten Gewichtsmengen erklärt sich einfach aus dem grösseren Molekulargewicht des Kalis dem Natron gegenüber, während von beiden Gläsern die gleiche Menge Kieselsäure in Lösung gegangen ist. Die Glassorten mit noch höherem Kalkgehalt haben wir bei unseren Versuchen nicht in Betracht gezogen, da für ihre Untersuchung die gewählte Methode zu ungenau sein würde; es ist aber kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass bei den kalkreicheren Glastypen der Unterschied in der Löslichkeit beider Gattungen sich wieder vergrössern sollte.

Sehr beachtenswerth ist das jedesmal in der Lösung gefundene Verhältniss des Alkalis zur Kieselsäure. Dasselbe wächst zunächst mit steigendem Kalkgehalt des Glases. In dem Maasse, als darin die Kieselsäure an Kalk gebunden wird, entzieht sie sich der auflösenden Wirkung des Alkalis, sodass bei den Glastypen, welche auf 6 Mol. Kieselsäure $^1/_2$ Mol. Kalk enthalten, fast reines Alkali in Lösung geht. Die schlechten thüringer Glassorten gehören meist diesem Typus an; die leichte Verwitterbarkeit solcher Gläser entspricht den hier verzeichneten Beobachtungen.

Bei den Gläsern mit reicherem Kalkgehalte nimmt das Verhältniss des Alkalis zur Kieselsäure in der Lösung wieder beträchtlich ab, sodass bei den letzten Gliedern der aufgeführten Reihe das in Lösung befindliche Alkali in demselben Sinne mit Kieselsäure gesättigt erscheint als in dem wasserhaltigen Silikat Na_2O, $SiO_2 + aq$.

Diese Erscheinung ist nicht anders zu erklären, als dass der hinzugetretene Kalk im Glase auch eine bindende Wirkung auf das Kali oder Natron ausübt; mithin wird durch unsere Versuche die bereits vielfach ausgesprochene Annahme bestätigt, dass der Kalkgehalt die Widerstandsfähigkeit des Glases durch die Bildung schwer zersetzbarer Doppelsilikate bedingt; aus dem mitgetheilten Zahlenmaterial geht im Besonderen hervor, dass zur Erzeugung solcher Doppelverbindungen für die Kaligläser ein höherer Kalkgehalt erforderlich ist als für die Natrongläser.

---

[1]) Ein wesentlicher Niederschlag beim Erkalten der Lösung findet nicht statt, wie früher irrthümlich mitgetheilt wurde.

III. Die Glassorten des Handels.

Der vorher angeführte Aufsatz über die Störungen der Libellen enthält eine Tafel, aus welcher die grossen Unterschiede in der Löslichkeit vieler im Handel vorhandener Glassorten zu ersehen ist; es wurde dort eine Revision der mitgetheilten Zahlen vorbehalten, und es scheint hier der geeignete Ort, die nunmehr berichtigten Werthe noch einmal kurz zusammenzustellen. In der Reihe der Glastypen ist das Fensterglas durch eine bessere Sorte ersetzt worden; für das früher untersuchte waren zu ungünstige Werthe erhalten worden. Ausserdem wurden noch einige andere Sorten von Glas in die Reihe eingefügt, nämlich Flaschenglas aus der Hütte von Schilling zu Gehlberg in Thüringen und grünes Flaschenglas, welches der Reichsanstalt von der hiesigen Flaschenglasfabrik von Otte jun. freundlichst überlassen wurde; die Analysen dieser Glassorten werden weiter unten mitgetheilt.

Die beiden von zwei Beobachtern[1]) ausgeführten Bestimmungen der gelösten Gewichtsmengen zeigen, dass die befolgte Methode zwar den hier verfolgten Zwecken genügt, feinere Unterschiede in der Löslichkeit der Gläser aber nicht erkennen lässt. Das angeführte Verhältniss des Alkalis zur Kieselsäure in der Lösung entspricht dem Mittel beider Beobachtungen.

Tafel der Löslichkeit.

Nr.	Bezeichnung des Glases.	Summe d. Gelösten in *mg*. *M*	*F*	Mol. Alkali auf 1 Mol. Kieselsäur.
1	Schlechtes gelbes Glas	249	249,5	1,5
2	Thüringer Glas	118	91,4	3,7
3	Thüringer Glas von Tittel & Co.	30,4	25,3	2,7
4	Flaschenglas von Gehlberg	13,0	10,4	1,1
5	Böhmisches Glas von Kavalier	10,1	11,5	0,6
6	Fensterglas	8,4	9,4	1,0
7	Bleikrystallglas	8,5	9,4	2,3
8	Grünes Flaschenglas	6,5	5,5	0,9
9	Jenaer Thermometerglas	6,4	5,4	1,2
10	Bleihaltiges Flintglas	3,3	3,3	
11	Bleisilikat	0,6		

Analyse von Glas 4, 6 und 8.

No.	Glas.	SiO_2 Procent.	K_2O Procent.	Na_2O Procent.	CaO Procent.	MgO Procent	Al_2O_3 Fe_2O_3 Procent.	MnO Procent.	Summe. Procent.
4	Weisses Flaschenglas aus Gehlberg	75,19	4,25	11,87	8,32	—	0,67	Spur	100,30
6	Rhein. Fensterglas	71,13	—	13,53	13,40	—	1,56	—	99,62
8	Grünes Flaschenglas aus Charlottenburg	63,5	1,3	9,5	14,0	3,9	4,9	2,9	100,0

Nächst dem bleihaltigen Flintglase erscheint hier das zinkhaltige Jenaer Thermometerglas und das grüne Flaschenglas am Ende der Reihe[2]). Ein Vergleich

---

[1]) In der Tafel bedeutet *M* Mylius und *F* Förster. — [2]) Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf die Angreifbarkeit des Glases durch heisses Wasser; zur Prüfung der Wirkung kalten Wassers ist man auf qualitative Reaktionen angewiesen, von welchen sich die Prüfung mit Eosin *(diese Zeitschrift 1889, S. 50)* als besonders zweckmässig erwiesen hat. Es

mit der oben erwähnten Tafel der Natron- und Kaligläser zeigt, dass diese Gläser ungefähr denselben Grad der Löslichkeit haben wie die nach dem Typus M_2O, CaO, $6\,SiO_2$ gebildeten Glassorten.[1]) Hieraus ist zu entnehmen, dass eine weitere Verminderung des Alkalis oder Vermehrung des Kalkes zu Glassorten führen müssen, welche die beiden genannten Gläser noch an Beständigkeit übertreffen. Der Verbesserung des Glases nach dieser Richtung sind aber durch die zunehmende Schwierigkeit der Verarbeitung und durch die auftretende Neigung zur Entglasung bestimmte Grenzen gesetzt.

Wir wollen unsere Mittheilung nicht schliessen, ohne daran zu erinnern, dass die Aufsuchung eines den chemischen Einflüssen möglichst widerstehenden Glases vor mehr als 20 Jahren von sehr maassgebender Seite zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung gemacht worden ist. Stas[2]) hat es nach vielen Bemühungen für zweckmässig erachtet, die für die erneute Bestimmung der Atomgewichte nöthigen Gefässe aus einem harten Glase von folgender Zusammensetzung anfertigen zu lassen:

SiO_2	77,0	Procent
K_2O	7,7	„
Na_2O	5,0	„
CaO	10,3	„
	100,0	Procent.

Für thermometrische Zwecke wäre ein solches Glas wahrscheinlich unbrauchbar, da dasselbe sowohl Kali als Natron enthält; hinsichtlich der Löslichkeit ist dieser Umstand jedoch nicht störend, und für das Glas selbst ist er insofern von Bedeutung, als dadurch die technische Verarbeitung mit der Pfeife ermöglicht wird.

Man wird daher in den Fällen, wo Gefässe aus den Glassorten des Handels in Berührung mit Flüssigkeiten zu leicht angegriffen werden, nichts Besseres thun können, als die Erfahrungen von Stas zu benutzen und von dem erprobten Glase einen ausgiebigen Gebrauch zu machen.

Charlottenburg, den 8. März 1889.

Der Fernmessinduktor[3]) und seine Anwendung zur Uebertragung von Temperaturangaben.

Von

Dr. **Paul Moennich**, Privatdocent der Physik an der Universität Rostock.

Je häufiger man in neuester Zeit angefangen hat, die Erwärmung bewohnter Räume und ganzer Gebäude mit Hilfe von Centralheizungsanlagen zu bewerkstelligen, desto mehr hat sich auch das Bedürfniss nach einem geeigneten Kontrolthermometer geltend gemacht, welches die Temperatur eines erwärmten Raumes auf Entfernung hin mit Sicherheit anzuzeigen vermag. Der mit der Regulirung des Feuers beauftragte Heizer, welchem ein solches Thermometer zur Verfügung steht, hat nicht mehr nöthig,

zeigt sich dabei, dass manche Glassorten gegen kaltes Wasser besonders widerstandsfähig sind, während sie durch heisses Wasser leicht angegriffen werden; die oben angeführte Reihe der Gläser erscheint hierdurch verschoben. So wird z. B. das Jenaer Thermometerglas vom kalten Wasser leichter angegriffen als das böhmische Kaliglas, welches von Rieth mit Recht zum Gebrauche für Libellen empfohlen worden ist. Der Grund für diesen Unterschied liegt in dem hohen Gehalt des böhmischen Glases an Kieselsäure gegenüber dem Kalk und dem Kali. — [1]) M = Na oder K. — [2]) Stas, *Chem. News* **17**, *S. 1.* — [3]) Der Apparat ist in verschiedenen Staaten patentirt.

sich von Zeit zu Zeit behufs Kontrolirung der Wärmeverhältnisse in die verschiedenen Theile des Gebäudes zu begeben, sondern kann sich vom Orte der Feuerung aus sehr leicht davon überzeugen, ob in jedem einzelnen Raume die verlangte Temperatur vorhanden ist. Dadurch wird dem Heizer einmal grosse Arbeit erspart, dann aber auch die Möglichkeit geboten, seine Dienstleistungen exakter zu verrichten, weil er sich nicht mehr vom Feuer zu entfernen braucht.

Der Nutzen, welchen ein Instrument der genannten Art gewähren kann, beschränkt sich aber nicht allein auf Centralheizungsanlagen. Der Erfolg vieler industriellen Arbeiten hängt von der beständigen Innehaltung oder richtigen Aenderung bestimmter Temperaturen ab, und es ist oft von der grössten Wichtigkeit, dass die mit der Ueberwachung solcher Arbeiten beauftragten Personen im Stande sind, sich mittels des Thermometers sogleich zu überzeugen, ob die Arbeiter ihren Pflichten genau nachkommen. Ich erinnere hier nur an die Darren der Malzfabriken. Dem Leiter eines solchen Etablissements wird durch ein geeignetes Fernthermometer die Möglichkeit geboten, von seinem Zimmer aus die in den Trockenräumen herrschenden Temperaturen zu jeder beliebigen Zeit zu kontroliren.

Das im Nachstehenden beschriebene neue elektrische Kontrolthermometer soll in erster Linie den vorhin erwähnten praktischen Bedürfnissen dienen. Der Apparat dürfte sich aber auch für manche wissenschaftlichen Zwecke als nützlich erweisen, so auf meteorologischen Beobachtungsstationen, welche sich an Orten befinden, die nicht zu allen Jahreszeiten zugänglich sind, wie dies zum Beispiel bei Gipfeln von hohen Bergen der Fall ist.

Das Kontrolthermometer beruht auf dem Princip des von mir konstruirten Fernmessinduktors, einer Vorrichtung, welche allgemeine Verwendung zur elektrischen Fernübertragung der Angaben von Messinstrumenten der verschiedensten Art finden kann, sofern dieselben nur eine kleine drehende Zeigerbewegung auszuführen vermögen.

Bevor ich mit der Beschreibung des Kontrolthermometers beginne, will ich das Princip des Fernmessinduktors[1]) in eingehender Weise erörtern. Auf der Station *A* (Fig. 1), wo das Messinstrument (Metallthermometer, Barometer u. s. w.) aufgestellt ist, dessen Angaben nach einem entfernten Orte *E* hin übertragen werden sollen, befinden sich zwei mit dünnen, gut isolirten Drähten bewickelte Spulen, eine grössere *S*, deren Rahmen ringförmig ist, und eine kleinere *s*. Die grössere Spule steht fest, während die kleinere, im Innern der grösseren befindliche, um eine Axe *a* leicht gedreht werden kann. Mit der kleineren Drahtrolle sind der Hebel *h* und der Zeiger *z* durch die Axe *a* fest verbunden. Das betreffende Messinstrument (auf der Figur nicht vorhanden) dreht nun vermittels dieses Hebels die kleinere Spule und zugleich mit derselben den auf eine Skale weisenden Zeiger, welcher durch seine Stellung den jeweiligen Stand des Messinstrumentes zu erkennen giebt.

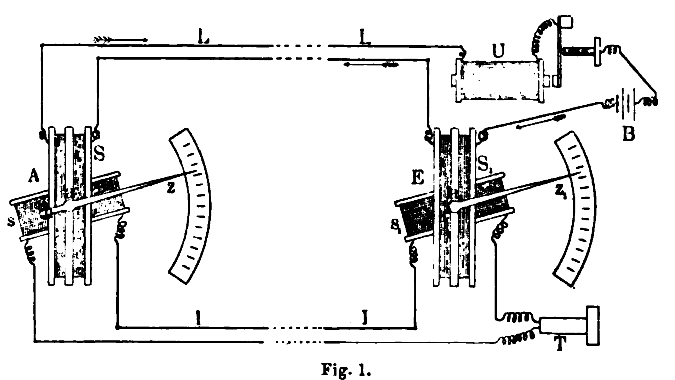


Fig. 1.

[1]) *Exner's Repertorium d. Physik. 1888. S. 696.*

Da die kleinere Spule mit dem Zeiger fest verbunden ist, so muss jede einzelne Lage derselben auch einer ganz bestimmten Angabe des Messinstrumentes entsprechen.

Schickt man nun durch die grössere feststehende Spule S einen intermittirenden elektrischen Strom, so werden in der kleineren Spule s fortdauernd Induktionsströme erzeugt. Die Intensität dieser Ströme hängt wesentlich ab von der Lage der beiden Drahtspulen zu einander. Die Induktionsströme erreichen ihr Maximum, wenn die Windungsebenen beider Rollen einander parallel sind, d. h. wenn die kleinere Rolle sich ganz innerhalb der grösseren befindet. Die Stärke der Ströme nimmt aber bei der Drehung der kleineren Spule fortwährend ab, wenn die beiden Drahtrollen sich mehr und mehr der Lage nähern, wo ihre Windungsebenen zu einander senkrecht sind. Ist diese letztere Stellung erreicht, so verschwinden die Induktionsströme gänzlich; dieselben erscheinen jedoch wieder, allerdings in entgegengesetzter Richtung fliessend, sobald bei fortgesetzter Drehung die senkrechte Lage überschritten ist, um dann von neuem allmälig anwachsend, bis zu einem zweiten Maximum nach Wiedereintritt der Parallelität der Windungsebenen gesteigert zu werden.

Aus dem soeben Gesagten folgt, dass einer jeden bestimmten Stellung der kleineren Spule, also auch jeder besonderen Angabe des betreffenden Messinstrumentes, eine relativ ganz bestimmte Intensität der Induktionsströme entsprechen muss. Um nun die Angaben des Messinstrumentes von einem entfernten Orte aus kontroliren zu können, ist folgende Einrichtung getroffen worden.

An der Beobachtungsstation E befindet sich ein ähnliches Rollensystem wie am Orte A. Die Spulen S_1 und s_1 stimmen mit den am Orte A befindlichen Spulen S bezw. s in allen Theilen genau überein. Die grössere Rolle S_1 steht fest, die kleinere mit dem Zeiger z_1 verbundene lässt sich dagegen nach Belieben mit der Hand um die Axe a_1 drehen. Die Skale, auf welche der Zeiger z_1 weist, ist der Grösse nach genau dieselbe, als die am Orte A befindliche. Auf jeder Station haben Skale und Zeiger gleiche relative Lagen zu dem Rollensystem. Schickt man nun durch die beiden grösseren stationären Spulen S und S_1, welche durch die gut isolirte Drahtleitung L hinter einander verbunden sind, von der Beobachtungsstation E aus mittels der mit einem elektromagnetischen Stromunterbrecher U kombinirten Batterie B einen intermittirenden Strom, so müssen, wie aus dem Vorhergehenden leicht ersichtlich, die inducirenden Kräfte dieser beiden Spulen jederzeit genau einander gleich sein. Daraus folgt nun ohne Weiteres, dass die Induktionsströme, welche in den kleinen drehbaren Rollen s und s_1 entstehen, stets — aber auch nur dann — dieselbe Intensität besitzen müssen, wenn die relativen Stellungen dieser beiden Spulen dieselben sind, d. h. wenn die Zeiger an beiden Stationen genau auf die gleichen Skalentheile weisen.

Bei der Kontrole der Angaben des auf der Station A aufgestellten Messinstrumentes vom Orte E aus handelt es sich also nur darum, diejenige Stellung des Zeigers z_1 zu finden, bei welcher der in der Spule s_1 entstehende Induktionsstrom mit dem am Orte A in der Spule s erzeugten genau dieselbe Intensität besitzt. Die zu diesem Zwecke nothwendige Bestimmung der Stromgleichheit lässt sich nun sehr einfach in folgender Weise ausführen.

Man verbindet die beiden Spulen s und s_1 durch die gut isolirte Doppelleitung l mit einander, und zwar in der Art, dass die beiden Induktionsströme den Stromkreis in entgegengesetzter Richtung durchfliessen müssen. Sind die Ströme einander gleich, so heben sie sich gegenseitig auf, und die Leitung erscheint alsdann vollständig stromlos. Als Galvanoskop verwendet man am besten ein mit den beiden kleinen Spulen

s und s_1 in denselben Stromkreis eingeschaltetes Telephon T. Selbst bei verhältnissmässig nur geringen Unterschieden in den beiden Stromstärken lässt das Telephon ein deutlich hörbares knatterndes Geräusch vernehmen, welches jedoch vollständig verschwindet, sobald Stromgleichheit eingetreten ist.

Um eine Ablesung mit dem Apparat vorzunehmen, verfährt man folgendermaassen. Nachdem mittels der Batterie B der elektromagnetische Stromunterbrecher U in Thätigkeit gesetzt worden, hält man das Telephon an das Ohr und dreht, wenn ein Geräusch vernehmbar, die Spule s_1 mit der Hand so lange um die Axe a_1, bis das Telephon vollständig verstummt ist. Der Zeiger z_1 weist dann genau auf denjenigen Skalentheil, welcher dem jeweiligen Stande des Messinstrumentes auf der Station A entspricht.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, erfolgt die Uebertragung durch den Fernmessinduktor in kontinuirlicher Form, d. h. für alle nur möglichen beliebigen Angaben des Messinstrumentes, und nicht sprungweise, etwa nur von Grad zu Grad, wie dies bei den meisten Vorrichtungen zu ähnlichen Zwecken der Fall ist. Neben der grossen Einfachheit des Apparates dürfte dieser Umstand noch als ein besonderer Vorzug desselben gelten. Die bisher angefertigten Instrumente haben ihre Zuverlässigkeit und praktische Brauchbarkeit zur Genüge bewiesen. Selbst bei verhältnissmässig nur kleinen Rollendimensionen werden die Angaben ohne jegliche Schwierigkeit für den Beobachter mit grosser Genauigkeit übermittelt.

Das im Vorstehendem erörterte Princip des Fernmessinduktors ist nun für einen Apparat zur Uebertragung von Thermometerangaben in folgender Weise konstruktiv verwerthet worden.[1])

1. Das Aufgabe-Instrument. (Fig. 2). An dem oberen Theile einer Holzplatte H ist eine Metallthermometer-Spirale M in ihrer Mitte befestigt. Die Spirale trägt an ihrem äusseren Ende einen kleinen metallenen Ansatz a, welcher mit einem cylinderförmigen Stift t in eine schmale Spalte s des rückwärts über die Axe hinaus verlängerten Zeigers Z eingreift. Bei Ausdehnung bezw. Zusammenziehung der Thermometer-Spirale wird vermittels dieses Stiftes der die Temperatur angebende Zeiger hin- und her bewegt. Zur Vermeidung eines todten Ganges ist der Zeiger an seiner Axe mit einer kleinen, nur schwachen Spiralfeder versehen, welche durch einen leisen drehenden Druck bewirkt, dass nur immer ein und dieselbe Seite der Gleitspalte mit dem Stift t des Metallthermometers in Berührung bleibt. Der Zeiger selbst ist mittels einer metallenen Axe, welche durch die Holzplatte hindurch zu dem hinter derselben liegenden Rollensystem führt, in feste Verbindung mit der kleinen drehbaren Spule gebracht, so dass dieselbe jeder Bewegung des Zeigers folgt. Der Rahmen der grösseren Spule ist an der Holzplatte befestigt. Das Rollensystem wird zum

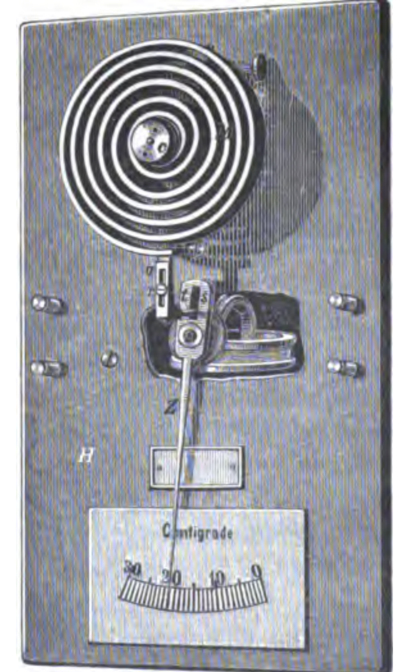


Fig. 2.

[1]) Die Apparate werden von der Firma G. A. Schultze in Berlin, Schmidtstrasse 42, angefertigt.

Schutze gegen etwaige äussere Verletzungen durch einen kleinen hölzernen Kasten verdeckt. Man hängt den Apparat an der Wand auf, und zwar in der Weise, dass der kleine Kasten mit dem Rollensystem sich in einer Höhlung des Mauerwerks befindet, während die Holzplatte mit dem Metallthermometer aus der Wand hervorragt. Die vordere Seite des Apparates ist zur Sicherung gegen unbefugte Hände u. s. w., mit einem Schutzkorbe aus Drahtgewebe umgeben, welcher die Luft von allen Seiten hindurchstreichen lässt und zur bequemen Beobachtung der Skale an seinem unteren Theile mit einem durch eine Glasplatte verschlossenen Ausschnitt versehen ist.

2. Der Kontrolapparat. (Fig. 3.) Eine Holzplatte *H* trägt an der vorderen Seite das durch einen hölzernen Kasten verdeckte Rollensystem. Aussen an dem Kasten befindet sich ein Knopf *k*, vermittels dessen man den durch einen schmalen Spalt hervorragenden Zeiger *Z* nebst der mit demselben fest verbundenen kleinen beweglichen Drahtspule nach Belieben mit der Hand drehen kann. Die Skale und der aus dem Kasten hervortretende Theil des Zeigers sind durch einen mit einer Glasplatte versehenen Rahmen *r* gegen äussere schädliche Einflüsse geschützt. Der Kontrolapparat wird in Kopfhöhe an der Wand befestigt.



Fig. 3.

3. Der Stromunterbrecher. Zur Umwandlung des konstanten Batteriestromes in einen intermittirenden benutzt man am besten ein gewöhnliches Rasselwerk, wie solches bei den elektrischen Glocken in der Haustelegraphie gegenwärtig vielfache Verwendung findet.

Bei der Anfertigung des soeben beschriebenen Kontrolthermometers wird eine Justirungsmethode angewandt, vermittels welcher man erreicht, dass sämmtliche aus der Fabrik hervorgehenden Apparate in ihren Angaben mit einander übereinstimmen. Dieser Umstand ist in zweierlei Beziehung von wesentlicher Bedeutung. Einmal wird hierdurch die Möglichkeit geboten, beliebig viele Aufgabeinstrumente einer Thermometeranlage durch ein und denselben Kontrolapparat abzulesen, dann aber kann bei bereits vorhandenen Anlagen jedes etwa unbrauchbar gewordene Instrument durch blosses Einschalten eines neuen ohne weitere besondere Justirung ersetzt werden. Das angewandte Verfahren soll kurz dargelegt werden.

Bei der Anfertigung der Apparate ist vor allen Dingen darauf zu achten, dass deren korrespondirende Theile möglichst gleiche Dimensionen erhalten. Die Justirung der Aufgabeinstrumente zerfällt in zwei Theile und zwar in die Justirung der Skalen und in die der Thermometer. Die erstere wird vor der letzteren und zwar noch vor Befestigung des Metallthermometers an dem Stativ ausgeführt. Man benutzt zu dieser Justirung ein Normalinstrument, welches nur aus Stativ, Rollensystem, Zeiger und Skale besteht. Die relative Lage zwischen Zeiger und Rollensystem des zu justirenden Apparates muss möglichst dieselbe sein, wie bei dem Normalinstrument. Die Gradtheilung des neuen Apparates wird nun in folgender Weise gefunden. Man stellt denselben einige Meter von dem Normalinstrument

entfernt auf und verbindet einerseits die beiden grösseren stationären Spulen, den Stromunterbrecher und die Batterie, andererseits aber die kleinen drehbaren Spulen nebst dem Telephon durch gut isolirte Drahtleitungen mit einander. Der Zeiger des Normalinstrumentes wird nun auf einen beliebigen Theilstrich der Skale — wenn der Apparat Temperaturen zwischen den Grenzen 0 und 30° C. angeben soll, etwa auf den Gradstrich 0 — eingestellt und vorläufig in dieser Lage durch eine geeignete Vorrichtung festgehalten. Sobald dies geschehen, setzt man den Unterbrecher in Thätigkeit, hält das Telephon an das Ohr und verschiebt den Zeiger des zu justirenden Apparates solange, bis das Telephon vollständig verstummt ist. Die auf diese Weise gefundene Stellung des Zeigers markirt man und erhält so denjenigen Theilstrich der neuen Skale, welcher genau der Zeigerstellung des Normalinstrumentes entspricht. Indem man hierauf den Zeiger des Normalinstrumentes der Reihe nach etwa von 5 zu 5° verschiebt und jedesmal in derselben Weise wie vorhin verfährt, erhält man für die neue Skale weitere Anhaltspunkte, nach welchen die zwischenliegenden Gradstriche sich leicht durch einfache Interpolation finden lassen. Die Justirung der Kontrolapparate geschieht in analoger Weise nach demselben Normalinstrument.

Diese Methode muss, wie leicht einzusehen, die Skalen sämmtlicher Apparate in genaue Uebereinstimmung mit einander bringen, und zwar auch dann noch, wenn die einzelnen Theile der zu justirenden Apparate nicht völlig mit dem Normalinstrument in den entsprechenden Grössenverhältnissen harmoniren. Die Grade der neuen Skale werden in dem letzteren Falle allerdings meistens nicht genau dieselbe Weite besitzen wie bei der Normalskale, sie müssen aber alle unter einander in den richtigen Verhältnissen stehen. Sobald auf die angegebene Weise die neue Skale gefunden, kann an dem Aufgabeapparate das Metallthermometer angebracht und die Justirung desselben vorgenommen werden. Es handelt sich hier darum, die Angaben des Thermometers mit einer bereits vorhandenen Gradtheilung in Uebereinstimmung zu bringen. Dies lässt sich in folgender Weise leicht ausführen.

Der cylinderförmige Stift *t* (Fig. 2) am Ansatze der Thermometerspirale, welcher in die Gleitspalte *s* des Zeigers *Z* eingreift und dessen Drehung bewirkt, ist verschiebbar und kann in der gewünschten Lage durch eine kleine Schraube *r* festgehalten werden. Die Grösse des Zeigerausschlages für eine bestimmte Temperaturdifferenz hängt nun wesentlich von der Stellung dieses Stiftes ab. Die Zeigerspitze muss, wie leicht einzusehen, einen um so grösseren Bogen beschreiben, je kleiner die relative Entfernung des Stiftes von der Zeigeraxe ist. In dem Verschieben des Stiftes ist also ein Mittel geboten, für eine bestimmte Temperaturdifferenz die Grösse der Zeigerdrehung innerhalb gewisser Grenzen nach Belieben zu verstellen. Man setzt nun den zu justirenden Apparat nach einander zwei verschiedenen bekannten Temperaturen aus und beobachtet die jedesmaligen Zeigerstellungen. In den meisten Fällen wird man finden, dass nicht allein beide Temperaturen noch falsch angegeben werden, sondern auch, dass die Anzahl der zwischen beiden Zeigerstellungen liegenden Gradstriche nicht mit der gegebenen Temperaturdifferenz übereinstimmt. Den letzteren Fehler korrigirt man zuerst und zwar durch entsprechendes Verschieben des erwähnten Stiftes *t*. Sobald nun auf diese Weise der Zeigerausschlag mit der Temperaturdifferenz in Uebereinstimmung gebracht ist, können die Temperaturangaben selbst richtig gestellt werden. Zu diesem Zwecke dreht man die Metallspirale um die durch ihre Mitte gehende Axe *c* solange, bis der Zeiger auf denjenigen Theilstrich der Skale weist, welcher der gerade herrschenden Tempe-

ratur des Arbeitsraumes entspricht. Das Metallthermometer wird dann in dieser Lage durch Anziehen einer Schraube festgelegt. Es ist leicht einzusehen, dass hiermit die Justirung vollendet sein, und der Apparat auch für jede beliebige andere Temperatur richtige Angaben liefern muss.

Bei der Anfertigung und Montirung der beschriebenen Kontrolthermometer müssen verschiedene Vorsichtsmassregeln beobachtet werden, wenn die Apparate gut und sicher funktioniren sollen. So ist vor allen Dingen darauf zu achten, dass sich in der unmittelbaren Nähe der Spulen keine grösseren Metallmassen (kleine Schrauben u. s. w. schaden nicht) befinden, welche das Gleichgewicht der Induktionsströme stören und dadurch das zu einer scharfen Einstellung nothwendige vollständige Verschwinden des knatternden Geräusches im Telephon verhindern können. Die Thermometerspirale ist aus diesem Grunde in einer Entfernung von mindestens mehreren Centimetern von der Axe des Rollenpaares anzubringen. Ferner muss die Drahtleitung, welche die kleinen drehbaren Spulen des Aufgabe- und Kontrolapparates mit einander verbindet, aus einer Schlaufe bestehen, damit etwa in derselben von anderen in der Nähe befindlichen Leitungsdrähten inducirte Ströme, welche die Sicherheit der Uebertragung stören würden, keine Einwirkung ausüben können.

Das beschriebene Kontrolthermometer erfordert, wie aus dem Princip des Fernmessinduktors ersichtlich ist, für eine Anlage, bestehend aus nur einem Aufgabeinstrument nebst Kontrolapparat, vier von einander isolirte Leitungen zwischen den beiden Stationen. Die eine Leitung des primären Stromkreises kann allerdings unter Umständen durch den Erdboden gebildet werden, so dass im günstigen Falle noch drei isolirte Drähte übrig bleiben. Besteht die Anlage jedoch aus mehreren an verschiedenen Orten befindlichen Thermometern, welche aber alle von derselben Station aus abgelesen werden sollen, so vermindert sich die Zahl der Leitungen verhältnissmässig um ein Beträchtliches. Es verlangen z. B. n von ein und derselben Stelle aus zu kontrolirende Thermometer nicht $4n$, sondern nur $n + 3$ von einander isolirte Leitungen. Die kleinen drehbaren Spulen aller vorhandenen Aufgabeinstrumente können nämlich in ein und dieselbe Leitung hintereinander eingeschaltet werden. Da ferner in Folge der übereinstimmenden Justirung ein und derselbe Kontrolapparat zum Ablesen sämmtlicher Aufgabeinstrumente zu benutzen ist, so lässt sich die Kombination der Leitungen verhältnissmässig sehr einfach ausführen. Figur 4 stellt in schematischer Zeichnung eine Kontrolthermometer-Anlage dar, welche aus drei verschiedenen Aufgabeinstrumenten (I, II, III) nebst einem Kontrolapparat (C) besteht. Die Schlaufenleitung l des sekundären Stromkreises führt zu den kleinen

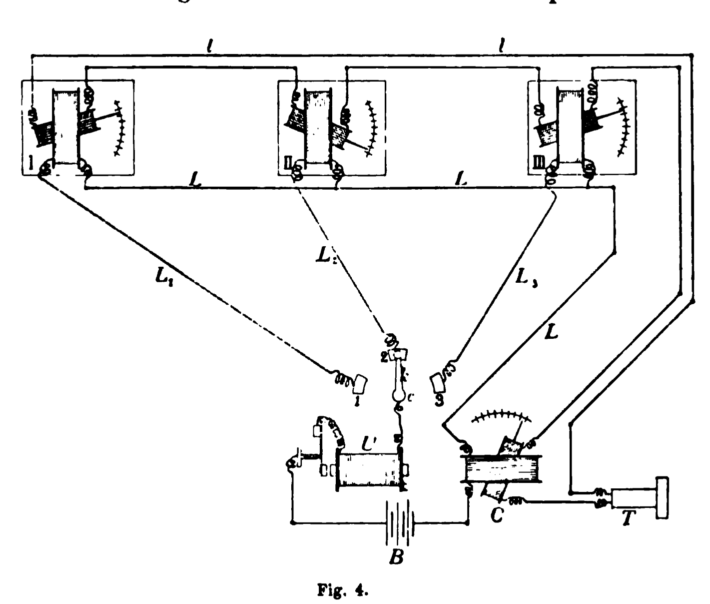


Fig. 4.

drehbaren Spulen sämmtlicher Apparate, und zwar in der Weise, dass die entstehenden Induktionsströme dieselben alle der Reihe nach durchfliessen müssen. Mit der primären Leitung L, welche aus nur einem Draht bestehend ebenfalls zu sämmtlichen Apparaten sich erstreckt, sind die Aufgabeinstrumente I, II, III in der Art verbunden, dass immer nur die einen Drahtenden der grösseren stationären Spulen mit derselben in Kontakt stehen. Von den anderen Drahtenden dieser Spulen führen besondere Leitungen L_1, L_2, L_3 zu kreisförmig angeordneten, von einander isolirten Kontaktknöpfen 1, 2, 3 auf der Beobachtungsstation. Diese Knöpfe sind entsprechend den Aufgabeinstrumenten, mit welchen sie leitend verbunden werden, einzeln der Reihe nach durch Nummern bezeichnet. Vermittels einer um die Axe c drehbaren Kurbel k, welche durch den Unterbrecher U mit der Batterie B in leitender Verbindung steht, kann man nun je nach Belieben den primären Strom durch die stationäre Spule des gerade zu kontrolirenden Aufgabeinstrumentes senden, indem man einfach die Kurbel mit dem entsprechenden Kontaktknopf in Berührung bringt. In Fig. 4 ist das Aufgabeinstrument II eingeschaltet. Der primäre intermittirende Strom vermag im gegebenen Falle, wie aus der Zeichnung ersichtlich, nur die stationäre Spule dieses Instrumentes sowie diejenige des Kontrolapparates zu durchfliessen. Es können demnach auch nur in den kleinen drehbaren Spulen der erwähnten beiden Apparate Induktionsströme entstehen. Die Ablesung am Kontrolapparat muss also in diesem Falle den jeweiligen Stand des Thermometers II ergeben.

Die erste praktisch ausgeführte Thermometeranlage des beschriebenen Systems befindet sich in dem grossen Saale der Brauerei „Friedrichshain“ in Berlin. Dieselbe wurde im Auftrage der Heizungsfirma Emil Kelling (Berlin und Dresden) im Herbste des verflossenen Jahres von dem Mechaniker Herrn G. A. Schultze in Berlin, Schmidtstrasse 42, ausgeführt. Die Anlage besteht aus sieben Aufgabeinstrumenten, von denen je drei an den beiden Längswänden und eines an einer Querwand des Saales befestigt sind. Sämmtliche Apparate werden von der Centralheizungsstelle aus durch einen und denselben Kontrolapparat abgelesen.

Leider ist es mir bisher noch nicht vergönnt gewesen, die Anlage persönlich in Augenschein zu nehmen und auf ihre Leistungsfähigkeit hin zu prüfen. Von dem Berliner Vertreter der obengenannten Heizungsfirma, Herrn Purschian, erhielt ich aber schriftlich die Mittheilung, dass die Apparate derartig zur Zufriedenheit funktioniren, dass bereits weitere Anlagen in Aussicht genommen worden seien.

Es möge mir am Schlusse dieser Abhandlung gestattet sein, einen Einwand zu widerlegen, welchen man gegen mein Kontrolthermometersystem erhoben hat. Von einigen Seiten ist nämlich die Behauptung aufgestellt worden, dass die auf Anwendung des Telephons beruhende Beobachtungsmethode eine Unbequemlichkeit involvire, welche die Anwendbarkeit des Apparates für praktische Zwecke in Frage stelle. Ich bin in der Lage, auf diese Einwendung zu erwidern, dass bisher noch alle diejenigen, welchen Gelegenheit geboten war, eigenhändig Kontrolversuche mit meinen Apparaten auszuführen, die völlige Haltlosigkeit einer solchen Behauptung ohne Weiteres anerkannt haben. Die Instrumente funktioniren so einfach, leicht und sicher, dass selbst gewöhnliche ländliche Arbeiter, wie mehrfache Versuche bewiesen, ohne jegliche Uebung genaue Beobachtungen mit denselben anzustellen vermochten. Die Ausführung der Temperaturkontrole wäre freilich einfacher, wenn man das Telephon entbehren und die Ablesung ohne Weiteres an einer Skale vornehmen könnte. Angesichts der Leistungsfähigkeit, Konstruktionseinfachheit, Haltbarkeit und verhältnissmässigen Billigkeit der Apparate dürfte aber die in Frage stehende kleine Unbequemlichkeit doch jegliche

Bedeutung gänzlich verlieren. Selbstverständlich wird man einem Tauben die Temperaturkontrole mittels eines Apparates, welcher die Benutzung des Gehörorganes erfordert, ebensowenig zumuthen können, als man von einem Blinden die Ablesung eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers verlangen darf. Sollten aber Umstände eintreten, welche die Zuhilfenahme des Ohres ausschliessen, so kann das Telephon, wie Fröhlich[1]) gezeigt hat, auch zur sichtbaren Darstellung benutzt werden, indem man die Schwingungen der Telephonmembran auf eine kleine Gasflamme überträgt und diese dann im rotirenden Spiegel beobachtet. Solange das Telephon noch von elektrischen Strömen durchflossen wird, setzt die schwingende Membran die Gasflamme in entsprechende kleine Zuckungen, welche das zu einem Streifen auseinander gezogene Spiegelbild der Flamme am oberen Rande gezackt erscheinen lassen. Diese Zacken verlieren sich jedoch sofort, sobald nach dem Verschwinden der Induktionsströme die Telephonmembran zur Ruhe gekommen ist.

Die Linienmesser von Ott und von Fleischhauer.

Von
Prof. **Hammer** in Stuttgart.

Zur mechanischen Rektifikation von Kurven sind seit langer Zeit zwei Verfahren im Gebrauch, welche unter gewissen Voraussetzungen nichts an Genauigkeit und Bequemlichkeit zu wünschen lassen: Rektifikation mit Hilfe von verhältnissmässig kleinen Zirkelöffnungen — Sehnen, oder abwechslungsweise Sehnen und Tangenten- oder Sekantenabschnitte an Stelle der entsprechenden Kurvenbögen, der Lattenmessung von Kurven in der Feldmessung entsprechend, — und die Anwendung eines kleinen Messrades, welches direkt auf der zu messenden Linie so geführt wird, dass die Projektion des Laufrandes stets Tangente an die Kurve bleibt. Bei beiden Methoden ist die wichtigste der gedachten Voraussetzungen die, dass die Krümmungsverhältnisse der zu messenden Linie keine gar zu „unregelmässigen“ sind, d. h. dass die Krümmungshalbmesser nicht unter einen gewissen Betrag herabsinken und in benachbarten Punkten nicht grosse und rasche Veränderungen nach Länge und Lage erleiden.

Bei einer Zirkelrektifikation lässt sich geradezu für einen gegebenen Krümmungshalbmesser die zweckmässigste Zirkelöffnung bestimmen. Man wird die Anwendung dieser Methode im Allgemeinen auf diejenigen Fälle beschränken, in welchen die Veränderung der Krümmung der zu messenden Kurve von Punkt zu Punkt eine ganz allmälige, die Kurve eine einigermaassen „regelmässige“ ist.

Die zweite der genannten Methoden, die Anwendung eines Messrädchens, welches (bei Freihandführung, also nach Augenmaass) stets die Richtung der Kurventangente einzuhalten hat und dessen Umdrehungszahl direkt die verlangte Länge liefert, ist sehr vielfach versucht worden; fast alle Longimeter, Opisometer, Kurveometer, Kurvimeter, Kartometer, Kurvenmesser, Rektificirrädchen, Messrädchen beruhen auf diesem Princip. Auch hier giebt es offenbar für einen bestimmten Krümmungshalbmesser einen günstigsten Durchmesser des Rädchens oder Rollenrandes. Je kleiner oder grösser die vorkommenden Krümmungshalbmesser, desto

[1]) Fröhlich, Optische Darstellung der Vorgänge im Telephon mit Anwendungen. *Elektrotechnische Zeitschrift 1887. S. 210.* — Ferner derselbe, Handbuch der Elektricität und des Magnetismus, Berlin 1887. S. 291. — Vergl. auch Wallentin, Neuere Forschungen in der Phonographie und Telephonie. *Elektrotechnische Rundschau 1888* und *Centralzeitung für Optik und Mechanik 1888.*

kleiner oder grösser wird man jenen Durchmesser wählen müssen; ein im Verhältniss zum augenblicklichen Krümmungshalbmesser zu grosser Raddurchmesser gestattet nicht mehr ein genügend genaues Durchfahren des betreffenden Kurvenstücks, Verringerung des Raddurchmessers unter einen gewissen Betrag herab beeinträchtigt aus anderen Gründen die Genauigkeit. Man überzeugt sich durch einige Versuche leicht, dass man mittels eines derartigen Rädchens (mit nicht zu breitem Rand) ein Kurvenstück nur so lange mit genügender Genauigkeit zu durchfahren vermag, als der Krümmungshalbmesser des letzteren nicht wesentlich unter den Halbmesser des Messrädchens herabsinkt. Angesichts der wichtigsten Verwendung der in Rede stehenden Vorrichtungen, nämlich Messung der Längen von Verkehrswegen, Flussläufen, Küstenlinien, Grenzlinien in Karten (nicht zu kleinen Maassstabes) sind die Durchmesser der Messrädchen vielfach zu gross gewählt worden: ein Raddurchmesser von etwa 4 *mm* dürfte am geeignetsten sein[1]).

---

[1]) Es mögen hier nur in einer Anmerkung einige Instrumente dieser Art kurz erwähnt sein. Ein gut gearbeitetes „Cartomètre“ von einem mir nicht bekannten Verfertiger, mit „Morris' Patent“ bezeichnet, hat einen Raddurchmesser von 15 *mm*. Ein anderes, aus Frankreich stammendes Messrädchen (vergl. *Zeitschr. für Vermess. 1876, S. 123*) kenne ich nicht aus eigenem Gebrauch. Die weiteste Verbreitung haben in Deutschland mit Recht die Instrumente von Wittmann in Wien und Platzbecker in Düsseldorf gefunden. Bei dem der geodät. Sammlung des Stuttg. Polyt. gehörigen Wittmann'schen Kurveometer hat das, im Umfang fein gezähnelte Messrädchen etwa 8, bei dem Platzbecker'schen Rektificirrädchen (ebenso) etwa 6,5 *mm* Durchmesser. Notizen über beide Instrumente sind von Jordan in der *Zeitschr. für Vermess.* (*Jahrg. 1876, S. 123, bezw. Jahrg. 1880, S. 50*) gegeben worden. Insbesondere das Platzbecker'sche Instrument mit seiner schönen Registrirung der Radumdrehungen ist für viele Zwecke ein ganz vortreffliches Hilfsmittel; bei Befahrung einer geraden Strecke (auf Papier) von 500 *mm* Länge erhielt ich einen mittleren unregelmässigen Fehler von ± 0,5 *mm* für eine Befahrung, während der konstante Fehler bei meinem Instrumente sehr klein ist. Die Versuche auf geraden Strecken von verschiedenen Längen fügen sich im Ganzen der Annahme, dass der unregelmässige Fehler auf Geraden proportional der Quadratwurzel der Länge zu setzen ist. Im Uebrigen kommt natürlich die Form des durchfahrenen Weges, nicht nur dessen Länge, wesentlich in Betracht; immerhin habe ich bei Versuchen auf einem etwa 480 *mm* langen, willkürlich geformten Kurvenzug, in welchem übrigens kein Krümmungshalbmesser unter 10 *mm* vorkam, den mittleren Fehler einer Durchfahrung zu nicht mehr als ± 0,9 *mm* erhalten.

Ein mit dem Platzbecker'schen im Wesentlichen übereinstimmendes Instrument scheint in Oesterreich weite Verbreitung gefunden zu haben (Bezugsquelle: Lachner's Buchhandlung in Wien, General-Depot des K. K. Militär-Geogr. Instituts); das Instrument ist mir übrigens nur aus Zeichnung und Beschreibung, nicht aus praktischem Gebrauche bekannt und dasselbe gilt für die sehr zahlreichen anderen Konstruktionen, welche nach Art des Eingangs erwähnten und des Wittmann'schen Kurvenmessers Zeiger zur Registrirung benutzen (Schlagintweit, Jacob, Sandoz u. A.).

Ein Instrument der in Rede stehenden Art verdient noch besonders namhaft gemacht zu werden, dasjenige von Em. Krauss in Mailand (D. R. Pat. vom 23. Septb. 1887, No. 40837; vergl. auch *Zeitschr. für Vermess. 1889, Heft 1, S. 24*). Es ist bei demselben durch zwei Sperrkegel und Federn dafür gesorgt, dass das Zählwerk stets in derselben Richtung fortschreitet, gleichgiltig in welcher Richtung das Rädchen geführt wird, (ob z. B. von links nach rechts oder umgekehrt). Mit dieser Einrichtung ist übrigens kaum eine grosse Verbesserung gegeben, ja man kann sich Fälle denken, in denen sie geradezu schädlich wird; wenn man z. B. über einen augenblicklich übersehenen Knick der zu befahrenden Linie in der unmittelbar zuvor eingehaltenen Richtung etwas hinausfährt, so lässt sich dieses Versehen bei einem Rädchen, das die vorstehend angedeutete Registrirvorrichtung hat, nicht mehr ohne Weiteres gutmachen. — Das Laufrädchen, welches in der Zeichnung der Patentschrift 18 *mm* Durchmesser zeigt, hat übrigens (nach Mittheilung des Verfertigers, Tesdorpf in Stuttgart) bei der definitiven Ausführung nur 4 *mm* Durchmesser erhalten.

I.

Eine wesentliche Verbesserung haben diese Messrädchen in letzter Zeit durch Herrn Mechaniker Ott[1]) in Kempten erfahren, dessen Kurvenmesser die folgende Einrichtung hat (vgl. die beiden nachstehenden schematischen Figuren; dieselben werden zum Verständniss ausreichen. Uebrigens versendet Herr Ott eine Gebrauchsanweisung für seinen Apparat, welcher eine Photographie des letzteren beigegeben ist).

Der Rollenrand, dessen Umdrehungszahl hier die durchfahrene Länge liefert, ruht nicht auf der zu messenden Kurve, sondern wird auf der Unterfläche einer Glasplatte geführt, welch letztere auf dem metallenen, im Wesentlichen aus den Seitenkanten eines rechtwinkligen Parallelepipedons bestehenden Rahmen A des Instrumentes mit einigen Klemmen befestigt wird. Die zu messende Kurve wurde bei den ersten Ott'schen Instrumenten mittels eines Fahrstifts durchfahren, wobei ein an letzteres sich anschliessendes Richtungslineal stets in der Kurventangente zu führen war; die Projektion des Rollenrandes R fällt (ungefähr) mit der Richtung des Lineals zusammen. Neuerdings sind Fahrstift und Richtungslineal ersetzt durch zwei feine gekreuzte Linien auf der Unterseite eines in der Zeichnungsebene liegenden, in einen kleinen Ring gespannten Hornplättchens. Eine der Kreuzlinien (im Folgenden der Einfachheit wegen Fäden genannt) ist der Horizontalprojektion des Rollenrandes wiederum ungefähr parallel. Der Fadenschnittpunkt ist in der zu messenden Kurve so zu führen, dass der genannte Faden nach Augenmaass stets die Richtung der Kurventangente in demjenigen Punkte hat, in welchem sich der Fadenschnitt augenblicklich befindet. Der cylindrische (Führ-) Stift F, welcher unten im Diaphragma E mit den Kreuzfäden endigt, ist oben centrisch ausgebohrt und nimmt die Axe der Rollenfassung in sich auf; die gabelförmige Fassung sitzt auf dem einen Ende eines Hebels, dessen Drehungspunkt sich am Halter des Stifts befindet und dessen zweites Ende durch einige kleine Gewichte P belastet wird, um den Rollenrand sanft gegen die Glasplatte G zu drücken. Genau in die Axe des sehr leicht drehbaren Fahrstiftes muss der Fadenschnitt des Diaphragmas, sowie derjenige Punkt des Rollenspurrandes fallen, welcher die Glasplatte berührt; beide Anforderungen sind leicht zu untersuchen. Bei einer Drehung des Stifts darf also die Rolle sich weder vor- noch rückwärts bewegen; um die bedeutenden Drehungen des Stifts bei rascher Richtungsänderung der Tangente oder bei vollständiger Umkehrung der Rolle um 180° (Rückkehrpunkt) sicher ausführen zu können, befindet sich noch unten am Rahmen CD ein leichter federnder Hebel H, dessen für gewöhnlich nahe über der Zeichnungsebene hingleitender Knopf in diesem Falle mit

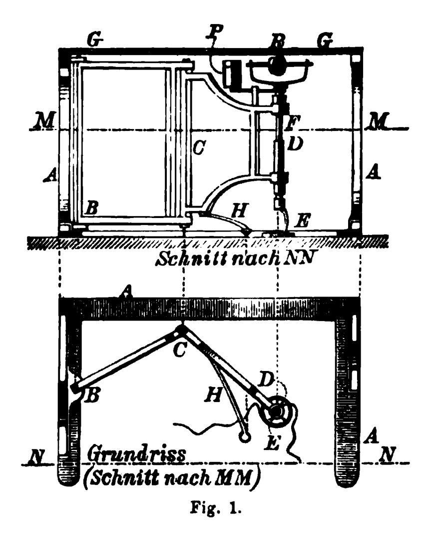


Fig. 1.

[1]) Herr Ott ist zur Konstruktion seines Kurvenmessers zuerst angeregt worden durch Herrn Landmesser Trognitz (J. Perthes' Geogr. Anstalt in Gotha), der ein Instrument zur Messung von Küsten- und Flusslängen zu haben wünschte (vergl. hierzu besonders Petermann's *Geogr. Mittheilungen 1887, Heft 1, Geogr. Monatsbericht, S. 25*). Ein Exemplar des Instrumentes in seiner endgiltigen Gestalt war zum ersten Male ausgestellt auf der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden 1887. Das Instrument ist nicht patentirt.

der Linken auf das Papier niedergedrückt wird, um die Stiftaxe in der augenblicklichen Lage festzuhalten. Der Stift kann ziemlich die ganze Fläche innerhalb der Horizontalprojektion des Rahmens *A* erreichen (Gelenke *B*, *C*). Zur genaueren Führung des Fadenschnitts auf der zu messenden Linie ist an der Hülse des Stifts eine Lupe angebracht. Die Registrirung der ganzen Rollenumdrehungen ist die vom Polarplanimeter her bekannte; zur Ablesung an dem in 100 Theile getheilten Rollenrand ist mit Recht nur ein Indexstrich vorhanden. Die Stifthülse trägt oben noch einen kleinen Spiegel, der event. zum Ablesen des Zählwerks zu dienen hat. An Stelle der durchsichtigen Glasscheibe kann man nämlich noch eine zweite verwenden, deren Unterfläche sorgfältig mit Papier überzogen ist; es sind auch zwei Messrollen vorhanden von sehr nahe 50, bezw. $66^2/_3$ *mm* Umfang des Spurrandes. Herr Ott empfiehlt die Anwendung der durchsichtigen Glasplatte und der kleineren Messrolle „beim Messen von Linien mit nicht zu scharfen Krümmungen". „Bei sehr kurzen und scharfen Krümmungen der Kurve, bei welchen die häufigen Drehungen des Stiftes, wenn sie nicht sehr langsam erfolgen, gern ein Gleiten der Messrolle auf der glatten Glasfläche veranlassen, benutzt man besser die unten mit Papier überzogene Platte, wobei die kleine oder grosse Rolle, letztere eventuell mit Spiegelablesung, in Anwendung kommen kann." Die Abmessungen des Apparates sind im Uebrigen beiläufig die folgenden: Länge, Breite, Höhe des Rahmens 24, 15, 15 *cm*, Entfernung der Gelenke $BC = 10$ *cm*, von *C* bis zur Stiftaxe $= 10{,}5$ *cm*. Der Preis des Instrumentes ist ziemlich hoch, nämlich 80 bis 100 Mark.

Mit diesem Instrument habe ich nun zahlreiche Versuche angestellt und die folgenden Resultate erhalten. Die Führung des Fadenschnitts auf der zu messenden Kurve und die Erhaltung des einen Fadens als Tangente an letzterer geht sehr leicht und ebenso rasch von statten als die Führung eines Messrädchens auf der Kurve; nur scharfe Krümmungen erfordern grosse Aufmerksamkeit und daher bedeutende Verlangsamung der Bewegung des Stifts. Es ist nicht zweifelhaft, dass man mit diesem Instrument Kurvenkrümmungen zu durchfahren vermag, die von einem einfachen Messrädchen nicht zu bewältigen sind; ich habe Stellen bis zu etwa 0,8 *mm* Krümmungshalbmesser herunter mit ganz brauchbarem Resultat durchfahren (vgl. unten), zudem sind hier Rückkehrpunkte in der zu messenden Linie leicht zu überwinden. Die Abwicklung des Rollenrands auf der Glasplatte ist durch die Gegengewichte genügend gegen Gleiten gesichert; die Resultate bei Anwendung der Papierscheibe sind kaum merklich besser als die bei Verwendung der glatten Platte, ebenso ist der Unterschied zwischen der kleineren und grösseren Messrolle sehr gering. Ich theile deshalb hier nur einige der Resultate bei Anwendung der glatten Glasplatte und der kleinen Rolle mit.

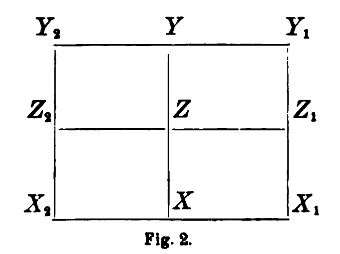


Fig. 2.

Nach Prüfung der centrischen Lage des Fadenschnitts und des senkrechten Durchmessers des Messrollen-Spurkranzes wurden zunächst zur Bestimmung des Umfanges des letzteren und zugleich zur Ermittlung der unregelmässigen, auf geraden Linien auftretenden Fehler die nebenstehenden Geraden (Fig. 2) ($X_1\,X_2$ genau 120 *mm*, $X\,Y$ genau 80 *mm*, die Seiten des Rechtecks ungefähr parallel den Rahmenseiten) je zehnmal durchfahren und zwar unmittelbar aufeinanderfolgend hin und zurück. Ich will nur für drei Messungen die Originalablesungen ausführlich angeben:

$X\ Y$, Zeit 5 Min.		$X_1\ Y_1$, Zeit 4 Min.		$X_2\ Y_2$, Zeit 5 Min.	
Abl.	Diff.	Abl.	Diff.	Abl.	Diff.
1,705	1,595	1,677	1,595	3,423	1,600
0,110	99	0,082	97	1,823	597
1,709	98	1,679	98	3,420	600
0,111	95	0,081	602	1,820	599
1,706	601	1,683	04	3,419	99
0,105	00	0,079	597	1,820	96
1,705	01	1,676	98	3,416	96
0,104	02	0,078	96	1,820	92
1,706	02	1,674	600	3,412	96
0,104	597	0,074	596	1,816	99
1,701		1,670		3,415	
Mittel:	$1{,}599_0$	—	$1{,}598_3$	—	$1{,}597_4$
$m = \pm$ 0,0027		$\pm$ 0,0029		$\pm$ 0,0026	

Die drei Durchfahrungen sind gleich sorgfältig und ziemlich langsam gemacht; es ergiebt sich aus ihnen:

$$\text{Rollenumfang} = \frac{80}{1{,}598} = 50{,}06\ mm$$

statt, wie beabsichtigt, 50,00 *mm* (oder bei unmittelbarer Verwendung der Rollenablesung konstante Korrektion — 0,12 Procent). Die angegebenen *m* sind die m. F. einer Befahrung in ganzen Rollenumdrehungen; im Mittel ist:

$$m = \pm\, 0{,}28 \text{ Rollentheilen (R. T.)} = \pm\, 0{,}14\ mm.$$

Die im Ganzen etwas abnehmenden Ablesungszahlen, welche sich auch bei den im Folgenden angeführten Versuchen zeigten, scheinen ein kleines, übrigens in dem obigen empirischen Koefficienten 50,06 eingeschlossenes Gleiten der Rolle anzudeuten. Um noch weiter zu untersuchen, ob kein regelmässiger Fehler, welcher von der Lage der gemessenen Linie gegen den Grundriss des Apparates abhängen würde, sich konstatiren lässt, sind noch die Strecken $Y_2\ Y_1$, $Z_2\ Z_1$, $X_2\ X_1$, endlich $X_2\ Z\ Y_1$ und $Y_2\ Z\ X_1$ je 10 Mal in derselben Weise wie die obigen drei Strecken durchfahren. Die Resultate sind die folgenden (*n* ist die Anzahl der Rollenumdrehungen, *m* wie oben der m. F. für eine Durchfahrung).

Strecke →	$Y_2\ Y_1$	$Z_2\ Z_1$	$X_2\ X_1$	$X_2\ Z\ Y_1$	$Y_2\ Z\ X_1$
n (Mittel aus 10 Durchfahr.)	2,392 119,7 *mm*	2,394 119,8 *mm*	2,397 120,0 *mm*	2,890 144,7 *mm*	2,874 143,9 *mm*
Wahre Länge	120,0 „	120,0 „	120,0 „	144,2 „	144,2 „
m (für 1 Durchfahrung)	$\pm$ 0,30 R. T. = $\pm$ 0,15 *mm*	$\pm$ 0,34 R. T. = $\pm$ 0,17 *mm*	$\pm$ 0,45 R. T. = $\pm$ 0,23 *mm*	$\pm$ 0,64 R. T. = $\pm$ 0,32 *mm*	$\pm$ 0,40 R. T. = $\pm$ 0,20 *mm*
Zeit für 10 mal. Durchfahrung	6 Minuten (langsam, durch hier weggelassene Zwischenablesungen verzögert.)	6 Minuten	4 Minuten (rasch)	3 Minuten (sehr rasch)	5 Minuten (langsam)

Regelmässige Fehler der angedeuteten Art sind demnach, wenn vorhanden, nicht bedeutend; freilich scheinen nach den vorstehenden und folgenden Resultaten einseitige Fehlerquellen anderer Art vorhanden zu sein. Wenn man nur die in Beziehung auf Sorgfalt der Durchfahrungen (vgl. die angegebenen Zeiten) ohne Weiteres mit einander vergleichbaren Zahlen

$m = \pm 0{,}14$ *mm* für 80 *mm* Länge
$m = \pm 0{,}16$ „ „ 120 „ „
$m = \pm 0{,}20$ „ „ 144 „ „

in Betracht zieht, so finden sich dieselben in (zufällig ziemlich genauer) Uebereinstimmung mit der Annahme: Der unregelmässige mittlere Fehler der Messung gerader Strecken mit dem Ott'schen Apparat ist proportional der Quadratwurzel aus der Länge der Strecke und zwar beträgt derselbe für eine Messung 0,15 bis 0,20 *mm* für 100 *mm* gemessener Länge. Diese Genauigkeit ist sicher derjenigen der Eingangs erwähnten Messrädchen überlegen.

Um die Genauigkeit des Apparates weiter zu prüfen, sind zunächst Halbkreise und Kreise von 4, 3, 2 und 1 *cm* Halbmesser, ebenfalls hin und zurück, im Ganzen je 10 Mal mit folgenden Resultaten durchfahren worden.

Strecke →	Halbkreis über X_1 Y_1	Halbkreis über X_2 Y_2	Halbkreis um Z_1 mit 2 *cm* Rad.	Halbkreis um Z_2 mit 2 *cm* Rad.	Kreis um Z mit 4 *cm* Rad.	Kreis um Z mit 3 *cm* Rad.	Kreis um Z mit 2 *cm* Rad.	Kreis um Z mit 1 *cm* Rad.
n (Mittel aus zehn Durchfahrungen)	2,517 126,0 *mm*	2,515 125,9 *mm*	1,257 62,9 *mm*	1,255 62,8 *mm*	5,033 252,0 *mm*	3,771 188,8 *mm*	2,513 125,7 *mm*	1,257 62,9 *mm*
Wahre Länge	125,66 „	125,66 „	62,83 „	62,83 „	251,33 „	188,50 „	125,66 „	62,83 „
m (für 1 Durchf.)	± 0,81 R. T. = ± 0,41 *mm*	± 0,70 R. T. = ± 0,35 *mm*	± 0,54 R. T. = ± 0,27 *mm*	± 0,55 R. T. = ± 0,28 *mm*	± 1,0 R. T. = ± 0,5 *mm*	± 0,6 R. T. = ± 0,3 *mm*	± 0,7 R. T. = ± 0,35 *mm*	± 0,6 R. T. = ± 0,3 *mm*
Zeit für 10-mal. Durchf.	3 Minuten (sehr rasch)	5 Minuten (langsam)	4 Minuten (langsam)	4 Minuten (langsam)	4 Minuten (rasch)	6 Minuten (sehr langsam)	4 Minuten (rasch)	5 Minuten (langsam)

Auch hier zeigt sich demnach eine durchaus befriedigende Genauigkeit. Die m. F. sind, der schwierigeren Führung entsprechend, höher als bei entsprechenden geraden Strecken; bei den drei letzten Kreisen ist übrigens der lineare m. F. einer Umfahrung ungefähr derselbe.

Zum Schluss will ich noch das Resultat der Durchfahrung einer ganz „unregelmässigen" Linie mittheilen, deren wahre Länge übrigens nicht genau bekannt war (Stück eines Baches auf einer topographischen Karte kleineren Maassstabes; es stand zwar für die gemessene Länge eine Angabe zu Gebote, die ich aber nicht prüfen konnte). Es ist schwer, ohne eine solche Linie geradezu aufzuzeichnen, eine richtige Vorstellung von ihrer Beschaffenheit zu geben; es möge deshalb nur angeführt sein, dass der kleinste Krümmungshalbmesser etwa 0,8 *mm*, der nächst kleine 1,5 *mm* war und dass in etwa 30 Punkten der Krümmungshalbmesser unter 2,5 *mm* blieb. Die Linie (Länge 127 *mm*) wurde fünfmal ziemlich langsam und sorgfältig durchfahren (in etwa 50 Minuten); der m. Fehler einer Durchfahrung ergab sich zu ± 3,8 R. T. gleich ± 1,9 *mm*. Mit einem der gewöhnlichen Rektificirrädchen wäre die Linie nicht zu befahren gewesen; wollte man daran denken, den Durchmesser des Laufrades eines solchen Instrumentchens so klein zu machen, dass ähnliche Linien durchfahren werden könnten, so würde die erreichte Genauigkeit sicher erheblich hinter der zuletzt erwähnten Zahl zurückbleiben. — Nach alledem stehe ich nicht an, das Ott'sche Instrument, wie schon im Eingang dieses Abschnittes ausgesprochen ist, als eine wesentliche Verbesserung der Linienmesser für gewisse Zwecke zu bezeichnen.

II.

Die Anwendung dieses Ott'schen Instrumentes ist übrigens, wie sich aus der vorstehenden Darstellung ergiebt, bei einigermaassen komplicirten Formen der zu messenden Linie ziemlich zeitraubend und erfordert sehr grosse Aufmerksamkeit, indem nicht nur ein Fahrpunkt (Fadenschnitt) auf der gegebenen Linie zu führen, sondern gleichzeitig dem Stift eine von Punkt zu Punkt oft rasch wechselnde, bestimmte Drehung zu geben ist. Herr Trognitz und die Professoren der Geographie Kirchhoff in Halle und Wagner in Göttingen haben sich deshalb mit dem Ott'schen Instrument nicht zufrieden erklärt; und es ist auf Betreiben des Erstgenannten Herrn Ingenieur Fleischhauer in Gotha gelungen, ein Instrument herzustellen, das eine bequeme Anwendung gestattet, ohne zugleich an Genauigkeit wesentlich zurückzustehen.

Die Idee, auf welcher dieses Instrument beruht, ist folgende: man muss sich von der Kurventangente unabhängig machen, es darf nur noch auf die Führung eines Fahrstiftes in der zu messenden Linie ankommen. Diese Forderung wird erfüllt werden können, wenn man nicht nur eine Messrolle wie bei allen bisher erwähnten Apparaten anwendet, sondern deren mehrere, möglichst viele, welche gleichmässig auf den Kreisumfang des Instrumentes vertheilt sind, während sich der Fahrstift im Mittelpunkt dieses Kreises befindet; man hat dabei dafür zu sorgen, dass sich die Messrollen nur nach einer Richtung drehen können. Es wird dann der vom Fahrstift durchlaufene Weg um so genauer proportional der Summe der während dieses Weges entstehenden Umdrehungszahlen aller Messrollen zusammen sein, je mehr solche vorhanden sind.

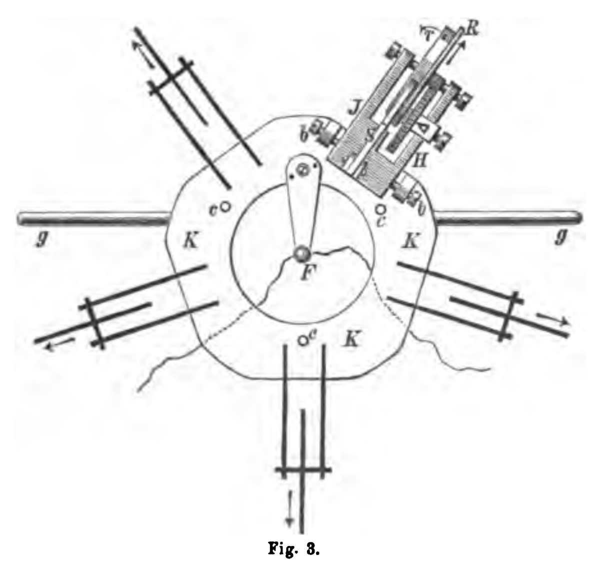


Fig. 3.

Das Fleischhauer'sche Instrument (vgl. die Patentschrift D. R. Pat. No. 45727 vom 8. März 1888) hat einen interessanten Vorläufer in dem „Longimeter" der Professoren Mayer und Wolf in Fiume; leider kann ich über dieses Instrument nicht wesentlich mehr mittheilen, als in Mayer, *Küstenaufnahmen, Leipzig 1880, S. 59* enthalten ist[1]).

An dem Instrument von Fleischhauer sind fünf Messräder (allgemein eine ungerade Zahl, wie schon im Patentanspruch bemerkt ist) in gleichen Winkelabständen auf dem Umfang der Ringplatte *K* (vgl. die beistehende Skizze, Fig. 3) so angebracht, dass die Richtungen der Radspur-

[1]) Nach der Anmerkung a. a. O. S. 60 dachte Herr Prof. Mayer bereits daran, sein Instrument ohne den Pantographen so zu gebrauchen, dass der Fahrstift unmittelbar in den Mittelpunkt eingesetzt werden kann. Die daselbst angekündigte eingehende Beschreibung ist übrigens (nach brieflicher Mittheilung von Prof. Mayer vom 17. März 1888) nicht erschienen; auch scheint nur ein Modell des Apparates angefertigt worden zu sein (Scheibe etwa 12 *cm* Durchmesser, Höhe etwa 5 *cm*), denn Ertel & Sohn, welche dieses Modell herstellten (60 fl.) theilten mir auf Anfrage mit, dass der Apparat bis jetzt durch sie nicht für den Handel angefertigt worden sei.

Es sind ohne Zweifel schon früher ähnliche Versuche gemacht worden; ich wäre für Mittheilungen darüber sehr dankbar.

kränze durch den Mittelpunkt der Platte gehen; in dem letzteren befindet sich der Fahrstift *F*. Die Räder können sich nur nach einer Richtung (nach aussen) drehen und zwar ist dies in ausgezeichneter Weise dadurch erreicht, dass auf dem Rollenrand (neben dem Radspurkranz) eine weiche Gummibandage *r* aufgespannt ist (Fig. 4), gegen welche sich die scharfe Schneide einer Sperrklinke *S* (Fig. 5) lehnt. Unter der letzteren weg kann das Rad leicht nach aussen sich drehen, wird aber bei jedem Versuche, eine Drehung in entgegengesetzter Richtung zu machen, sofort aufgehalten. In der Skizze (Fig. 3) ist die Anordnung für ein Rad angedeutet (die übrigen Räder sind schematisch gezeichnet): *R* das Rad mit Gummiring *r*, *S* der Sperrhaken, der ganze Halter *J* des Rades

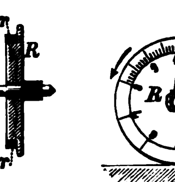


Fig. 4.

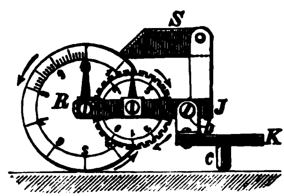


Fig. 5.

um die Axe *bb* drehbar, so dass sich das Rad durch sein eigenes Gewicht auf die Papierfläche legt, während die Platte *K* mittels dreier kurzer Füsse *c* auf die Zeichnungsebene gelegt wird; *gg* sind zwei Handhaben zur Führung des Instrumentes; an dem Rad ist durch Zifferblatttheilung die (eine) Skale geschaffen, an welcher Theile der Umdrehungen abgelesen werden, während die ganzen Umdrehungen durch ein zweites gezahntes Rädchen, das am Radhalter befestigt ist und mit ein Zehntel Uebersetzung von der Welle der Rolle getrieben wird, registrirt werden. Man erhält wie gewöhnlich 0,01 Radumdrehung direkt, 0,001 durch Schätzung. Bei dem ersten mir zugekommenen Modell waren fünf Räder vorhanden und der Durchmesser eines Rollenrandes etwa 30 *mm*, die Entfernung einer Rollenaxe vom Fahrstift 46 *mm*, der Kreis, durch welchen die Platte *K* centrisch durchbrochen war und in dessen Mittelpunkt die Fahrstifthülse sitzt, hatte 20 *mm* Durchmesser. Ein neues, mir augenblicklich vorliegendes Modell zeigt nur drei Räder und eine etwas zweckmässigere, schwerere Form der Sperrklinken *S* (Fig. 6). Der Raddurchmesser sollte, wie unten näher ausgeführt ist, verkleinert werden, bei 20 *mm* Durchmesser könnte ein Rad in der Richtung seiner Ebene immer noch über 600 *mm* zurücklegen, ohne dass ein Irrthum in der Ablesung möglich wäre.

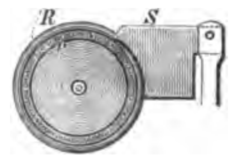


Fig. 6.

Der Gebrauch des Instrumentes ist, wie schon eingangs angedeutet, der folgende. Der Fahrstift wird in den Anfangspunkt der zu messenden Linie gebracht, der Stand aller Radzählwerke notirt und die Kurve mit dem Fahrstift durchfahren; ist N_1 die Summe der bei Beginn gemachten, N_2 die Summe der nunmehr vorhandenen Zählwerksablesungen und $n = N_2 - N_1$, so soll $n \cdot k$ die durchfahrene Länge L vorstellen; der konstante Faktor k wird aus Versuchen auf bekannten Längen zu ermitteln sein.

Es ist nun vor allem nothwendig, die konstanten Fehler zu untersuchen, welche bei Anwendung von p Rädern auftreten können. Zu diesem Zweck möge der Fahrstift zunächst auf Geraden geführt werden, welche gegen die Richtung eines Rades bestimmte Lagen haben. Sind z. B. (vgl. Fig. 7 a. f. S.) drei Räder vorhanden und man fährt auf der Geraden G, welche den Winkel I, III in die Theile α und $(120° - \alpha)$ theilt, in der Richtung des Pfeils, so macht das Rad I für den Weg a des Fahrstiftes $^{a\cos\alpha}/_u$ Umdrehungen, wenn u den Radumfang bedeutet. Das Rad II dreht sich nicht, III so lange nicht, als $\alpha < 30°$ ist; die Summe n der Umdrehungen der drei Räder wäre also in diesem Falle $^{a\cos\alpha}/_u$, oder wenn die durchfahrene Strecke a = Radumfang u angenommen wird, $n = \cos\alpha$.

Diese Voraussetzung, Durchfahren einer geraden Strecke = Radumfang u, möge für das Folgende beibehalten werden; es mögen ferner die zwei ausgezeichneten Richtungen, Richtung eines Rades und Halbirungslinie des Winkels zweier Räder (vgl. die Fig. 7) mit L und M bezeichnet werden, N bedeute die Halbirungslinie des Winkels LM, $^1/_2 MN$ die Halbirungslinie des Winkels zwischen M und N u. s. w. Man erhält damit für die Summen n der Umdrehungen der sich überhaupt drehenden Räder die folgenden Werthe, wenn $p = 3, 4, 5 \ldots 12$ (genau gleiche) Räder vorhanden sind, welche in der Winkelentfernung $360°/p$ von einander stehen (die Zahlen n für $p = 10$ und $p = 12$ sind nur noch zum Theil aufgenommen).

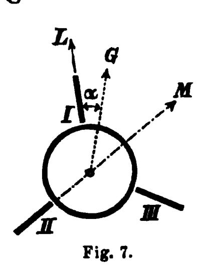


Fig. 7.

Werthe n u. s. w. bei Durchfahrung einer geraden Strecke von der Länge u = Radumfang.

Anzahl der Räder p =	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Richtung L	n = 1,000	1,000	1,618	2,000	2,247	2,414	2,879	3,236	3,732
" " M	n = 1,000	1,414	1,618	1,732	2,247	2,613	2,879	3,088	3,864
" " N	n = 0,866	1,307	1,539	1,932	2,192	2,563	2,836	—	—
" " $^1/_2 LN$	n = 0,966	1,176	1,598	1,983	2,233	2,501	2,868	—	—
" " $^1/_2 MN$	n = 0,966	1,387	1,598	1,848	2,233	2,601	2,868	—	—
n_{max} tritt ein in der Richtung	$M = L$	M	$M = L$	L	$M = L$	M	$M = L$	L	M
n_{min} tritt ein in der Richtung	N	L	N	M	N	L	N	M	L
$n_{max} - n_{min}$ in % von n_{min}	15,5 %	41,4 %	5,1 %	15,5 %	2,6 %	8,3 %	1,5 %	4,8 %	3,5 %

Die letzte Zeile giebt unmittelbar den theoretischen regelmässigen Maximalfehler für die verschiedenen Radzahlen. Hätte man z. B. bei drei Rädern die Konstante k dadurch bestimmt, dass man in der Richtung N eine Gerade von bekannter Länge befahren hätte (ohne also das Instrument um seinen Mittelpunkt zu drehen), so würde man mit dem erhaltenen Faktor eine in der Richtung M oder L liegende Gerade (immer nur Parallelverschiebung des Instrumentes vorausgesetzt) um 15,5% zu lang erhalten u. s. w. Aus diesem regelmässigen Maximalfehler zeigt sich u. A. sofort, dass eine gerade Anzahl von Rädern unter keinen Umständen anzuwenden ist, indem eine ungerade Zahl von Rädern stets erheblich mehr leistet als die folgende gerade Zahl. [Man denke sich etwa diese Zahlen ($n_{max} - n_{min}$ in Procenten von n_{min}) als Ordinaten zu den Abscissen 2 (Ordinate ∞), 3, 4 . . . derart aufgetragen, dass die für gerade Radzahlen geltenden auf der einen, die für ungerade auf der anderen Seite der Abscissenaxe liegen und die Ordinatenendpunkte der geradzahligen und ungeradzahligen Abscissen je durch eine Kurve verbunden; die viel raschere asymptotische Annäherung der letzteren Kurve an die Abscissenaxe zeigt dann den Vorzug der ungeraden Radzahl.]

Bei ungeraden Radzahlen tritt das Maximum von n in den Richtungen M und L, das Minimum in der Winkelhalbirenden N ein. Dass in diesem Falle die beiden erstgenannten Richtungen sich gleich verhalten, ist klar, denn der Richtung M entspricht auf der gegenüberliegenden Seite der Grundplatte das Rad L, während bei geraden Radzahlen M, M und L, L einander gegenübertreten. Im letzteren Falle, nämlich bei geraden Radzahlen, tritt das Maximum von n bei $4i$ Rädern ($i = 1, 2 \ldots$) in der Richtung M, das Minimum in der Richtung L ein, während bei $(4i + 2)$ Rädern n_{max} der Fahrrichtung L, n_{min} der Richtung M entspricht.

Es hat selbstverständlich keine Schwierigkeit, überhaupt die ganze vorstehende Untersuchung der Summen n der Radumdrehungen allgemein auf eine beliebige Radzahl auszudehnen; die obige Voraussetzung: Durchfahrung einer geraden Strecke gleich dem Radumfang u möge dabei zunächst wieder gemacht werden. Die Fahrrichtung schliesse mit einer Radrichtung (L) den Winkel x ein; es ist dann bei p Rädern die Summe n gegeben durch:

$$n = \cos x + \left\{\cos\left(\frac{2\pi}{p} - x\right) + \cos\left(\frac{4\pi}{p} - x\right) + \ldots\right\} + \left\{\cos\left(\frac{2\pi}{p} + x\right) + \cos\left(\frac{4\pi}{p} + x\right) + \ldots\right\}.$$

Dabei ist $x < {}^{2\pi}/_{p}$ und es kommen bei den zwei Summen in den $\{\,\}$ die Glieder bis zu derjenigen Grenze in Betracht, für welche noch ${}^{2m\pi}/_{p} + x < {}^{\pi}/_{2}$ ist. (Wird zufällig ${}^{2m\pi}/_{p} + x = {}^{\pi}/_{2}$, so macht das betreffende Rad gerade keine Umdrehung mehr). Für die Werthe $p = 4i,\ 4i+1,\ 4i+2,\ 4i+3$ ergeben sich hieraus (bei der Zusammenziehung der beiden $\{\,\}$ ist der Werth von ${}^{\pi}/_{p}$ zu beachten) die Richtungen, für welche n_{max} bezw. n_{min} eintritt, sowie die Beträge dieser Maxima bezw. Minima. Man überzeugt sich auch leicht, dass über die Maximalzahl und Minimalzahl derjenigen Räder, welche bei Führung des Fahrstiftes in einer geraden Linie überhaupt in Thätigkeit treten, die folgende Aufstellung zu machen ist ($i = 0, 1, 2 \ldots$):

Bei	$p = 4i$	Rädern treten im	Max.	$2i$	Räder in Thätigkeit	(Richtung M),
		„	Min.	$(2i-1)$	„ „ „	(„ L),
„	$p = 4i+1$	„ „ „	Max.	$(2i+1)$	„ „ „	(„ L),
		„	Min.	$2i$	„ „ „	(„ M),
„	$p = 4i+2$	„ „ „	Max.	$(2i+1)$	„ „ „	(„ L),
		„	Min.	$2i$	„ „ „	(„ M),
„	$p = 4i+3$	„ „ „	Max.	$(2i+2)$	„ „ „	(„ M),
		„	Min.	$(2i+1)$	„ „ „	(„ L).

Auch aus dieser Zusammenstellung erkennt man unmittelbar, dass beim Fortschreiten von einer geraden Zahl von Rädern zur folgenden ungeraden eine Verbesserung der Wirkung des Instrumentes stattfinden muss, nicht aber beim Vermehren einer ungeraden Radzahl auf die folgende gerade. Unter allen Umständen wird demnach, wie schon erwähnt, eine ungerade Radzahl zu wählen sein.

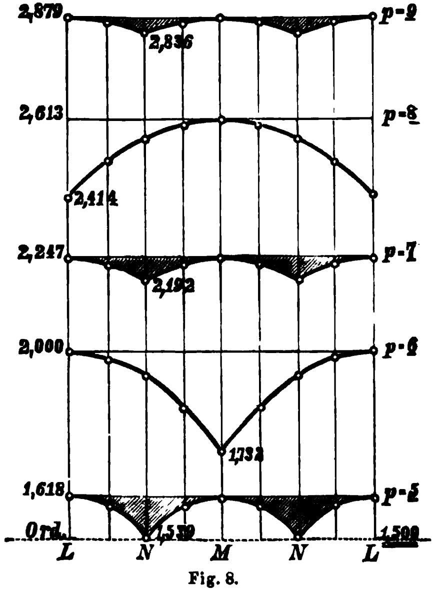


Fig. 8.

Die in der obigen Tabelle zusammengestellten Werthe von n für die Geraden (Richtungen) $L, M, N \ldots$ bei 5, 6, 7, 8 und 9 Rädern sind in der nebenstehenden Figur 8 graphisch dargestellt. Für die ungeraden Radzahlen hätte dabei das Abscissenintervall LM genügt, es ist jedoch auch bei ihnen das folgende ML noch beigefügt mit Rücksicht auf die geraden Radzahlen (von den Ordinaten ist die Strecke 1,5 weggelassen). Man darf bei Vergleichung der Figur nicht vergessen, dass das Abscissenintervall LM bei 5, 6, 7, 8, 9 Rädern bezw. die Werthe 36°, 30°, 25,7°, 22,5°, 20° vorstellt.

Um nun einen Mittelwerth k_μ aller möglichen Werthe von k, welche den verschiedenen Richtungen entsprechen, zu erhalten, könnte man daran denken, in Fig. 8 durch mechanische Interpolation den Mittelwerth n_μ der sämmtlichen n für eine gegebene Radzahl zu bestimmen (dieses n_μ entfernt sich um so weniger von n_{max} und n_{min}, je grösser p); mit n_μ wäre dann auch für den betreffenden Werth von p die Richtung zu erkennen, in welcher der Fahrstift geradlinig zu führen ist, um durch Versuchsmessungen auf bekannten Strecken den Werth $k_\mu = {}^u/_{n_\mu}$ zu erhalten. Es würde bei dieser Bestimmungsweise genügen, die Flächenstücke (Fig. 8), um deren Inhalt es sich handelt, als Parabelstück c zu betrachten; bei $p = 3$ würde sich auf diese Art z. B. ergeben: $n_\mu = 1{,}000 - {}^1/_3 \,.\, 0{,}134 = 0{,}955$, in Uebereinstimmung mit dem genau ermittelten Werthe (vergl. die unten folgende Tabelle). Die genannte Interpolation zur Bestimmung von k_μ ist nun aber direkt sehr einfach durch folgende Ueberlegung auszuführen. Es werde die seitherige Vorausssetzung geradliniger Führung des Fahrstiftes fallen gelassen, vielmehr angenommen, derselbe werde auf einem Kreise vom Halbmesser r geführt, und zwar so, dass keine Drehung um den Mittelpunkt des Apparates (Fahrstift) stattfindet, also z. B. die Richtung gg genau parallel zu ihrer Anfangslage sich verschiebt; der Fahrstift beschreibt also thatsächlich eine Linie, welche sich aus (gleich langen) Elementen in sämmtlichen möglichen Richtungen (gegen die Richtung L) zusammensetzt. Unter den angegebenen Umständen wird jedes Rad mit dem auf dem Papier sitzenden Punkte seines Spurrandes ebenfalls genau einen Kreis vom Halbmesser r durchlaufen und zwar so, dass die Axe des Rades (oder die Horizontalprojektion des Spurrandes) ihre Richtung nicht verändert. Da das Rad nur nach einer Richtung sich drehen kann, so werden Drehungen desselben nur auf der Hälfte jenes Kreisumfangs erfolgen; dieser Halbkreis hat übrigens für jedes der Räder eine andere Lage. Die Anzahl der Umdrehungen eines Rades auf diesem Kreise bezw. Halbkreise ist nun:

$$2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{r\,d\alpha \cos\alpha}{u} = \frac{2r}{u};$$

das Rad macht bei der vorausgesetzten Beibehaltung seiner Axenrichtung ebensoviele Umdrehungen, als wäre es geradlinig über den Kreisdurchmesser geführt worden. (Es gilt dies übrigens natürlich nicht nur vom Kreise, sondern von einer beliebigen Kurve, wenn diese letztere in Beziehung auf die konstante Richtung des Radkranzes als Abscissenaxe nur parabolische Oscillationen beliebiger Ordnung aufweist.) Während demnach der Fahrstift ohne Drehung des Apparates um den Mittelpunkt auf dem Kreisumfang $2\pi r$ geführt wird, machen die p Räder zusammen $n_\mu = p \,.\, {}^{2r}/_u$ Umdrehungen, und man erhält für den mittleren Koefficienten k_μ den Werth:

$$\underline{k_\mu} = \frac{2\pi r}{p \cdot \frac{2r}{u}} = \underline{\frac{\pi}{p} \cdot u}.$$

Nimmt man zur Vergleichung der so erhaltenen Werthe mit den, bestimmten Richtungen entsprechenden Werthen von n in der obigen Tabelle noch einen Augenblick an, es sei $u = 1$ (Radumfang die Längeneinheit), so wird $k_\mu = {}^\pi/_p$ oder ${}^1/_{k_\mu} = {}^p/_\pi$ und man erhält damit die folgenden Zahlen:

Werthe von n_μ und k_μ unter der Voraussetzung, dass Längeneinheit $=$ $u =$ Radumfang.

p	$\frac{1}{k_\mu}$	k_μ	p	$\frac{1}{k_\mu}$	k_μ
3	0,955	1,047	8	2,54	0,393
4	1,27	0,785	9	2,87	0,349
5	1,59	0,628			
6	1,91	0,524	10	3,18	0,314
7	2,23	0,449	12	3,82	0,262

Nach dem Vorstehenden sind nun die folgenden Regeln aufzustellen:

Bei der (indirekten) Bestimmung der Konstanten k_μ verwendet man als einigemal zu durchfahrende Probelinie einen Kreis von genau bekanntem Halbmesser; es ist bei der Umfahrung desselben dafür zu sorgen, dass möglichst wenig Drehung des ganzen Instruments um den Fahrstift eintritt; mittels der Handhaben *gg* lässt sich dies nach Augenmaass leicht genügend erreichen. Der theoretische regelmässige Maximalfehler beträgt dann statt der in der vorletzten Tabelle enthaltenen Procentzahlen nur noch zwei Drittel derselben, indem $(n_\mu - n_{min})$ an Stelle von $(n_{max} - n_{min})$ tritt. Bei Durchfahrung einer sodann zu messenden Linie, wenn beträchtliche Strecken der letzteren ohne Drehung des Apparates nahezu in die (gefährlichen) Richtungen $M = L$ oder N zu liegen kämen, wird umgekehrt durch entsprechende Drehung des Instrumentes dafür Sorge zu tragen sein, dass die dem Apparate anhaftenden konstanten Fehler nicht zu grossen Einfluss gewinnen können; bei Bestimmung von Linien, welche nur geringe seitliche Abweichungen von einer bestimmten Hauptrichtung zeigen (z. B. vielfach bei Flusslängen aus Karten) kann man z. B. den Apparat ohne wesentliche Drehung um F so verwenden, dass die genannte Hauptrichtung ungefähr in die dem Werthe k_μ entsprechende Richtung fällt. Es ist klar, dass sich bei geringen Radzahlen — und solche werden der einfacheren Ablesung und insbesondere der geringeren Kosten des Apparates wegen zu wählen sein — durch richtige Kompensation der konstanten Fehlerquelle die erreichbare Genauigkeit beträchtlich steigern lässt.

Ich halte 5 Räder für die zweckmässigste Radzahl (7 sind wohl schon zu theuer), doch kann man auch mittels eines Apparates von nur 3 Rädern schon sehr schöne Messungsresultate erzielen.

Was den unregelmässigen Fehler betrifft, so tritt nach meiner Erfahrung bei dem Raddurchmesser, welchen die Instrumente jetzt noch zeigen, besonders auf sehr glattem oder durch mehrfache Befahrung auf denselben Stellen geglättetem Papier, leicht ein Gleiten der Räder ohne Drehung auch bei Vorwärtsbewegung ein. Da ich ferner eine ziemlich starke Abhängigkeit des (indirekt zu bestimmenden) Koefficienten k von der Beschaffenheit der Zeichnungsebene bemerkt habe, so möchte ich mir hier noch folgende Wünsche auszusprechen erlauben: die Rollen sollten wesentlich kleiner gemacht werden (ohne ihr Gewicht zu vermindern, am zweckmässigsten wären vielleicht Rollen ähnlich wie beim Polarplanimeter mit etwa 15 *mm* Durchmesser einzurichten); ferner wäre zu überlegen, ob man nicht diesen Rollen, ohne das Instrument wesentlich zu vertheuern, eine konstante Unterlage, etwa ein Celluloidplättchen geben könnte.

Aus den angeführten Gründen sollen hier noch keine ausführlichen Mittheilungen über die unregelmässigen m. F. gemacht werden (durch Wiederholung von Befah-

rungen bei Parallelhaltung etwa der Richtung *gg* zu erhalten); es möge vielmehr von den zahlreichen, sowohl von den Herren Fleischhauer und Trognitz, als dem Verfasser ausgeführten Genauigkeitsversuchen nur das Folgende angeführt sein.

Mit einem 3-räderigen Apparat wurde als Länge einer spiralförmigen Linie, zusammengesetzt aus 11 Halbkreisen von 2, 3, 4 ... 12 *cm* Durchmesser, deren Länge demnach 120,9 *cm* betrug, im Mittel zweier Umfahrungen 120,4 *cm* erhalten. Die Länge einer aus 5 geraden Strecken von 3, 3, 1, 3, 3 *cm* Länge und 9 Halbkreise von je 2 *cm* Durchmesser zusammengesetzten Linie, in welcher den Kreisdurchmessern und geraden Strecken beliebige, stark wechselnde Richtungen gegeben wurden, ergab sich bei einer Durchfahrung mit demselben Apparate zu 41,4 statt der wahren Länge 41,3 *cm*. Eine ganz „unregelmässige“ Linie, von Herrn Fleischhauer mit Hilfe eines in ganz gestrecktem Zustand genau 100 *cm* langen, geglühten, weichen Kupferdrahtes durch willkürliche Verbiegungen des letzteren in einer Ebene und Uebertragung der so erhaltenen Linie auf das Zeichenblatt hergestellt, ergab zufällig fast genau das richtige Resultat 100,1 *cm* (der kleinste vorkommende Krümmungshalbmesser war dabei 1 *mm* und an etwa 60 Punkten blieb der Krümmungshalbmesser unter 5 *mm*; dies wird nicht angeführt, weil bei diesem Apparat die Krümmungshalbmesser besonders in Betracht kommen, sondern um eine beiläufige Vorstellung von der Linie zu geben).

Ein 5-räderiges Instrument ergab als Länge von 15 auf einander folgenden Halbkreisen, deren Durchmesser von je 1 *cm* Länge unter ganz beliebigen Winkeln zusammenstiessen, bei einer in 5 Minuten ausgeführten Befahrung 23,6 statt 23,56 *cm*. Bei einer Reihe von 9 Strecken zu je 1 *cm* Länge und 16 Halbkreisen von je 1 *cm* Durchmesser, ganz beliebig zusammen gestossen, erhielt Herr Trognitz durch eine sehr rasch ausgeführte Befahrung 32,2 statt 34,1 *cm* Länge.

Diese wenigen Bemerkungen werden vorläufig genügen, um die bedeutende Leistungsfähigkeit des Instrumentes zu zeigen.

Ich will zum Schluss nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass (ganz ähnlich wie der Polarplanimeter, wenn in Arm und Stange Gelenke eingesetzt werden) der Apparat — an welchem die einseitig gesperrten Radspurkränze übrigens keineswegs nothwendig so liegen müssen, dass ihre Ebenen durch den Fahrstift gehen, sondern nur so, dass die Ebenen in Beziehung auf letzteren genau dieselbe, im übrigen beliebige, Stellung haben — nicht nur zu Messungen von ebenen Kurven, sondern auch für Linien auf der Kugel, dem Globus, unmittelbar tauglich ist; man ist hier dann (bei geographischen Messungen) auch sofort der auf ebenen Karten unumgänglichen Längenverzerrungen enthoben. Freilich ist sogleich beizusetzen, dass es wenig oder keine Messungen von grossem geographischem Interesse giebt, für deren brauchbare Ausführung mit unserem Apparate ein Globus in genügender Grösse hergestellt werden könnte. Man wird vielmehr meist auf Karten grossen Maassstabes messen, denn man darf nicht vergessen, dass man z. B. bei Bestimmung der Länge einer zerrissenen Steilseeküste oder eines stark gewundenen Flusslaufes auf einer Karte in 1 : 5 Mill. unter allen Umständen ein wesentlich zu kleines Resultat, auf einer Karte in 1 : 2 Mill. ein viel besseres, aber ebenfalls noch zu kleines Resultat erhalten wird u. s. w.; eine Karte in diesen Maassstäben kann eben die hier in der Natur vorhandenen Krümmungen überhaupt nicht mehr genügend zum Ausdruck bringen. Für derartige Linien giebt es eine, je nach der Beschaffenheit derselben wechselnde, Maassstabsgrenze ihrer Darstellung, jenseits

welcher der vollkommenste Apparat nicht mehr das richtige Resultat, wie es aus einer Detailvermessung hervorgegangen ist, erscheinen lässt. Doch hierüber an anderem Orte.

Nachtrag. Während des Druckes des vorstehenden Artikels übersandte mir Herr Mechaniker Ott seinen Briefwechsel mit den Herren Trognitz und Fleischhauer nebst der Bitte, seine Mitwirkung bei der Herstellung des zweiten der oben behandelten Instrumente klarzustellen; ich habe dementsprechend dem Vorstehenden noch folgende Notizen hinzuzufügen.

Nachdem Ende 1884 eine Anfrage von Herrn Trognitz an Herrn Ott ergangen war, sandte der letztere die Skizze eines Linienmessers ein; es sollten unter einer kreisförmigen Platte in gleichen Winkelabständen acht einseitig gesperrte Rollen mit radial gestellten Wellen angebracht werden; die Rollen sollten keine Theilung erhalten, vielmehr sollte die letztere auf dem Rand des kreisförmigen und sich um den Mittelpunkt drehenden Rollenrahmens angebracht werden; diese Rollenplatte wäre in Verbindung mit einem Pantographen gebraucht worden. Man sieht, dass diese Vorrichtung ziemlich genau mit der oben citirten, wie dort erwähnt, im Princip wohl alten Konstruktion von Professor Mayer übereinstimmt. Da dieser Apparat zu komplicirt und zu theuer erschien, so suchte Herr Ott (1885) den Weg des Fahrstifts direkt durch die Summe von mehreren Rollenbewegungen darzustellen. Das aus dieser Bestrebung hervorgegangene Modell, welches s. Z. Herrn Trognitz übersandt wurde, liegt mir augenblicklich vor; ein Rahmen führt Parallelverschiebung mittels zweier geriffelten Rollen nach Art der Coradi'schen Rollplanimeter aus; im Mittelpunkt desselben ist um eine vertikale Axe als Mittelpunkt ein gleicharmiger Hebel leicht drehbar, dessen eines Ende den Fahrstift und dessen anderes Ende die unter einer kreisförmigen Platte sitzenden vier Integrirrollen trägt; diese sind einseitig gesperrt mit Hilfe je einer von oben in eine feine Randzähnelung eingreifenden Sperrfeder. Herr Ott theilt mir mit, dass er bald auf den (oben in II ausführlich behandelten) konstanten Fehler des Instrumentes aufmerksam geworden sei (was bei der höchst ungünstigen Rollenzahl 4 nicht ausbleiben konnte) und dass er erst in der Ueberzeugung, dass sich dieser konstante Fehler bei keiner Rollenzahl vermeiden lasse, 1886 an die Konstruktion des in I beschriebenen Linienmessers gegangen sei.

Es ist demnach zweifellos, dass die Herren Fleischhauer und Trognitz aus den vorausgegangenen Ott'schen Arbeiten Nutzen gezogen haben; es dürfte aber ebenso sicher stehen, dass durch diese Arbeiten die Fleischhauer'schen Patentansprüche — centrische Einsetzung des Fahrstiftes zum unmittelbaren Beschreiben der zu messenden Linie, ungerade Radzahl und endlich die vorzügliche einseitige Sperrung der Räder oder Rollen mit Hilfe der Gummibandagen — nicht beeinflusst werden.

Stuttgart, 7. März 1889.

Ueber einen registrirenden Regenmesser.

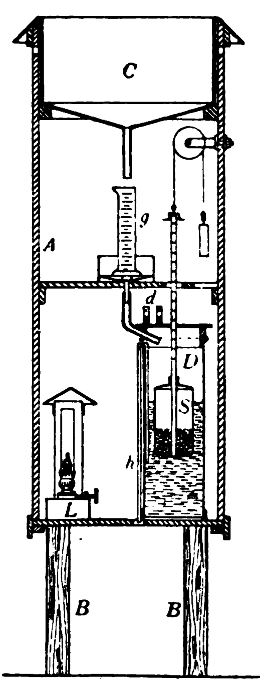
Von

Dr. **Paul Schreiber** in Chemnitz.

Zur Registrirung der Regenmengen, wobei auf die in sehr kleinen Zeitintervallen fallenden Quantitäten besonders Rücksicht genommen werden soll, beabsichtige ich das schon längst bekannte System der Wippgefässe mit dem Apparat zu ver-

binden, dessen ich mich zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit bediene und den ich im *Jahrbuch des Königl. Sächsischen meteorologischen Institutes 1886, Abth. III, Seite 90* beschrieben und *Tafel V, Fig. 6* abgebildet habe. Die Beschreibung der von der Firma Yeates & Son in Dublin ausgeführten Registririnstrumente für Niederschlagsmessungen, bei denen Wippgefässe in Anwendung kommen, findet man auf Seite 524 des *Berichtes über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876.* Bei dem Apparate, wie ich ihn herzustellen beabsichtige, befindet sich ein mit dem Schreibstift versehener Hebel zwischen zwei Elektromagneten und wird stets an einen derselben durch eine Feder angedrückt. So wie die eine Hälfte des Wippgefässes gefüllt ist, sinkt sie nieder, giebt damit einen Kontakt, durch welchen einer der beiden Elektromagnete zu beiden Seiten des Hebels mit dem Schreibstift erregt wird und den Hebel an sich zieht, wobei in demselben Moment der Strom unterbrochen wird. Bei der nächsten Umlegung der Wippe wird der Hebel vom anderen Magneten angezogen. Diese Bewegungen des Schreibstiftes werden ganz ähnlich wie bei den Chronographen markirt und es lässt sich so jederzeit die Zahl der Umlegungen der Wippe und durch diese die Regenmenge in jeder beliebigen Zeit bestimmen. An der guten Funktion dieser Vorrichtung ist kaum zu zweifeln; eine Hauptfrage schien mir aber die Art der Aufstellung des Instrumentes im Freien zu sein und namentlich, wie dasselbe im Winter vor der Einwirkung des Frostes zu schützen sei. Ich stellte mir deshalb, um die Vorfragen genügend studiren zu können, am Anfang dieses Jahres den nebenstehend abgebildeten Regenmesser her und liess an demselben vom 1. August an die stündlichen Bestimmungen der Niederschlagsmenge ausführen. Die Wippe ist darin jetzt durch ein einfaches Messglas vertreten.

Es wurde ein Holzkasten *A* aus einzölligen Brettern, 2 *m* hoch, 0,75 *m* breit und lang hergestellt und auf 0,6 *m* hohen Pfählen *B* im Hofe des Schlosses zu Chemnitz aufgestellt. In die obere Oeffnung wurde ein Zinkblecheinsatz *C* mit gewölbtem Boden und einem Abflussrohr in der Mitte (ähnlich wie man dies vielfach bei Waschtischen findet) eingesetzt. Dieser dient als Regenmesser; das Wasser fliesst durch das Rohr in das untergesetzte Messglas *g*. Das Glas steht in einem Untersatz, von dem ein Rohr nach dem Sammelbassin *D* führt; letzteres ist aus Weissblech möglichst gut cylindrisch hergestellt und ist 725 *mm* hoch und 253 *mm* weit. Im Sammelbassin befindet sich ein Schwimmer *S* mit eingesetztem Glasrohr, in dessen Hohlraum sich die Skale befindet, welche direkt Millimeter Niederschlag angiebt (1 *mm* Niederschlag = 8,2 *mm* an der Skale). Der ganze Schwimmer hängt an einer leicht beweglichen Rolle und wird durch ein Gewicht von 100 *g* schwach angehoben. Es bezweckt dies, die vertikale Führung möglichst ohne Reibungswiderstände zu erzielen. Die Messungen des Niederschlags geschehen derart, dass an jedem Termin erst der Stand des Schwimmers mittels eines Fadendiopters *d* auf dem Deckel abgelesen wird. Dann liest man die Wassermenge im Glase ab, giesst sie in den Untersatz und liest den Schwimmer nochmals ab. Hierdurch bekommt man die einer gewissen Menge im Glase entsprechende Bewegung des Schwimmers. Die



Ablesungen am Schwimmer werden auch zu Zeiten ohne Niederschlag fortgesetzt, um einen Anhalt über den Einfluss der Verdunstung und der Temperatur zu gewinnen.

Am Sammelbassin befindet sich ein aus Messingrohr von 9 *mm* lichter Weite hergestellter Heber *h*. Die Mündung des inneren Schenkels liegt in einer Höhe, in welcher der Schwimmer gerade noch vom Wasser getragen wird. Wenn das Sammelbassin bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist, so dass bei starken Regenfällen während der folgenden Nacht ein Ueberlaufen eintreten könnte, wird Wasser in den Regenmesser gegossen und derselbe dabei gründlich gereinigt, bis der Heber anfängt zu laufen und das Sammelbassin entleert. Hierzu sind etwa zehn Minuten erforderlich. Die Entleerung ist bei der Grösse des Sammelbassins, welches 60 *mm* Niederschlag aufnehmen kann, nur sehr selten nöthig.

Die Vergleichungen der Ablesungen an diesem Regenmesser mit den Angaben des als Normalmesser angesehenen kleinen Regenmessers von 500 *qcm* Oeffnung und 1 *m* Höhe in den letzten fünf Monaten ergaben, dass der grosse Regenmesser etwa 12% weniger Niederschlag lieferte als der Normalmesser. Hierfür lassen sich namentlich drei Gründe angeben, einmal die bedeutende Höhe des grossen Regenmessers, welche 2,6 *m* beträgt, dann die Verschiedenheit im Standort der beiden Messinstrumente und endlich die Unsicherheit in der Bestimmung der etwa 48 *qdm* betragenden Auffangsfläche des grossen Regenmessers. Durch Multiplikation der aus den Ablesungen am Schwimmer gefundenen Niederschlagsmengen mit 1,12 lässt sich eine befriedigende Uebereinstimmung der Messungen an den verschiedenen Instrumenten erzielen.

Die bei Anfang dieses Winters eingetretenen Frostperioden gestatteten nun auch, an die Frage der Heizung des Apparates herantreten zu können. Ich liess zunächst eine einfache Petroleumlampe *L* in den Kasten auf den Boden desselben stellen. Wir fanden alsdann, dass bei einer Temperatur von — 5° C. im Freien ein in der Mitte des Kastens aufgehängtes Thermometer + 20 C. zeigte. Bei Temperaturen von einigen Graden über dem Eispunkte konnten wir Temperaturen von 30 bis 35° beobachten. Beachtenswerth ist dabei, dass ein Beschlag des Zinkbodens des Regenmessers mit Wasser, den ich sehr befürchtet hatte, nicht im Mindesten zu bemerken war. Das Blechgefäss erschien vollständig trocken. Die Abzugslöcher für die Brenngase befinden sich oben am Kasten, die Heizgase müssen also zwischen der Kastenwandung und der des Blecheinsatzes aufsteigen. Bei einem Temperaturüberschuss von 25° über die Lufttemperatur wird demnach hierdurch auf jeden Fall der einfallende Schnee geschmolzen werden, wie dies bei dem nicht unbedeutenden Schneefall eines Tages auch wirklich der Fall war. Ich habe nunmehr eine besondere Petroleumlampe hierzu hergestellt und zwar ein Gefäss aus starkem Weissblech von 80 *mm* Höhe und 160 *mm* Seitenlänge des quadratischen Querschnittes, mithin etwa 2,5 *l* Rauminhalt, gewählt. Aufgesetzt wurde auf dasselbe ein gerade vorhandener Mitrailleusenbrenner, der nun mehr Wärme giebt, als nöthig ist. Die Lampe brennt 48 Stunden. Zum Schutze des Glascylinders wird ein Cylinder aus Schwarzblech mit weit überstehender Schutzplatte übergestülpt. Derselbe wird, trotzdem er nahe am Glascylinder steht, nicht wesentlich warm. Gelegentlich gedenke ich einen Cylinder aus Glimmer anzuwenden; auch werde ich wohl noch Versuche der Heizung mit Presskohle oder den präparirten Holzkohlecylindern, „Karbon“ genannt, wie sie zur Heizung von Oefen ohne Abzugsleitung verwendet

werden, anstellen. Ich glaube aber, dass die Heizung mit der Petroleumlampe, wenn nicht Gas angewendet werden kann, sich am einfachsten und bequemsten macht und wohl auch nicht gefährlicher ist, als die Verwendung von Petroleumlampen überhaupt.

Chemnitz, im December 1888.

Referate.

Mittheilungen über neuere englische Instrumente, Apparate und Beobachtungsmethoden.

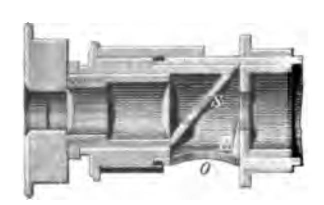
Von G. W. Junzelmann in London.

Berichte aus den Sitzungen englischer wissenschaftlichen Gesellschaften.

Einige Vervollkommnungen am Kew-Magnetometer. Von Prof. A. W. Rücker und Prof. J. E. Shorpe.[1])

Beim Gebrauche des Magnetometers des Kew-Observatoriums wird die Richtung des Meridians mit Hilfe von Durchgangsbeobachtungen der Sonne ausgeführt. Man bedient sich hierbei eines kleinen Spiegels. Das in demselben aufgefangene Sonnenbild wird durch ein kleines Fernrohr beobachtet. (*Vgl. diese Zeitschr. 1881 S. 130*). Der Spiegel ist um eine horizontale Axe drehbar, deren Horizontalität mittels einer Reiterlibelle untersucht und berichtigt wird. Die Umdrehungsaxe des Spiegels muss ferner senkrecht zur Fernrohraxe und parallel zur Spiegelebene liegen.

Bei der magnetischen Aufnahme von Grossbritannien und Irland, welche neuerdings von Prof. Shorpe und Prof. Rücker ausgeführt ist, begegneten dieselben bei der Justirung des Spiegels im Felde mancherlei Schwierigkeiten. Sie suchten daher nach einer bequemen Berichtigungsart. Eine solche bietet sich in der Beobachtung der Bilder des Fadenkreuzes. Um diese im Felde jeder Zeit ausführen zu können, wandten die genannten Beobachter folgendes Verfahren an. Ein polirter in der Mitte durchbrochener Platinspiegel S (S. Fig.) wurde unter einem Winkel von 45° gegen die Fernrohraxe zwischen dem Okular und dem Fadenkreuze befestigt. Richtet man die seitliche Oeffnung O des Fernrohrs gegen den Himmel, so wird eine beträchtliche Lichtmenge auf das Fadenkreuz reflektirt. Jedes störende Licht wurde durch ein zwischen Spiegel und Teleskop mittels eines Trägers eingeschaltetes Messingrohr abgehalten, welches in die drei zur Befestigung des Magnetgehäuses vorgesehenen Oeffnungen passt. Wenn der Hintergrund viel Licht reflektirte, wurde ein kleiner mit Blei beschwerter geschwärzter Metallschirm auf den Spiegelträger gestellt. Derselbe kann entfernt werden, ohne die Justirung im Geringsten zu beeinflussen. — Da es nicht immer möglich ist, die Beobachtungen in umgekehrter Reihenfolge zu wiederholen, die Sonne auch mitunter so unsicher scheint, dass es wünschenswerth ist, im günstigen Moment eine Beobachtung zu machen, ohne die Justirung des Spiegels abzuwarten, so wird eine feine auf Elfenbein getheilte Skale E in der Ebene des Fadenkreuzes befestigt und die Winkelabweichungen des Spiegels aus der Verschiebung des Bildes des Fadenkreuzes auf der Skale bestimmt. Reihen von Versuchsbeobachtungen mit gut und schlecht justirtem Spiegel zeigten, dass die letzteren nach Anbringung der durch diese Methode gefundenen Korrektion mit den ersteren völlig übereinstimmende Resultate ergaben.





Vorlesungsmodell zur Erläuterung der elliptischen Polarisation.

Prof. A. W. Rücker hat kürzlich ein Modell zur Erläuterung der elliptischen Polarisation des Lichtes beim Durchgange durch einaxige Krystalle angegeben. Der Krystall

[1]) Vergl. auch *Phil. Mag. V.* **26.** *S. 122.*

wird durch einen vierseitig prismatischen Glaskasten von 75 *cm* Länge und 25 *cm* Breite und Höhe veranschaulicht. Parallel und in geringem Abstande zu den Enden dieses Kastens sind zwei Glasplatten befestigt, welche Nikol'sche Prismen darstellen sollen. Ein in der Axe des Kastens befestigter Stab stellt den Weg eines Lichtstrahls vor; derselbe reicht einerseits bis zur Glasplatte und ist am andern Ende über die Glasplatte hinaus verlängert. Die Richtung der Schwingungen eines eben polarisirten Lichtstrahles wird durch einen diagonal auf die erste Glasplatte geklebten Papierstreifen und gerade Streifen von farbigem Blech, welche parallel zum Papierstreifen am Stabe befestigt sind, dargestellt. Innerhalb des Kastens sind am Stabe ein gerader Streifen parallel zu den früheren, eine Ellipse, deren grosse Axe dieselbe Richtung hat, ein Kreis und eine zweite Ellipse mit ihrer grossen Axe rechtwinklig zur ersten und endlich ein gerader Streifen parallel zur grossen Axe der letzteren Ellipse befestigt; diese Anordnung wiederholt sich alsdann in derselben Reihenfolge, und um den Fall zu zeigen, dass eben polarisirtes Licht in den Raum zwischen dem Krystall und dem zweiten Nikol austritt, sind wie vorhin Streifen befestigt und die Auslöschung beim Uebergange in das zweite Nikol durch einen rechtwinklig zu diesem stehenden Diagonalstreifen angedeutet. Um den Fall zu zeigen, dass elliptisch polarisirtes Licht austritt, muss die letzte Figur innerhalb des Kastens eine Ellipse statt eines geraden Streifens sein, und für diesen Fall sind an dem Stabe zwischen Kasten und zweiter Glasplatte Ellipsen angebracht, deren grosse Axe parallel zu derjenigen der letzterwähnten Ellipse stehen, um die elliptische Schwingung des Lichtes in dem Raum zwischen Krystall und zweitem Nikol zu erläutern. In der Verlängerung des Stabes sind gerade Streifen jenseits der zweiten Platte angebracht, um die Schwingungsrichtung des nach dem Durchgange durch das zweite Nikol wieder eben polarisirten Lichtes zu zeigen.

Ein neues Reflexionsgalvanometer und eine verbesserte Lampe mit Skale.[1]

Ein in seiner Anordnung neues, leicht transportables und zugleich empfindliches Spiegelgalvanometer rührt von G. L. Addenbrooke her. Die Grundplatte ist kreisförmig und misst 12,5 *mm* im Durchmesser. Das Instrument wird von einem cylindrischen Messinggehäuse von 15 *cm* Höhe umschlossen, dessen Deckelplatte mit eingetheiltem Rande versehen und drehbar ist. In der Mitte des Deckels erhebt sich eine Stange, auf welcher ein Richtmagnet vertikal verstellt und mit Hilfe der Theilung durch Drehung des Deckelrandes in jede gewünschte Lage gebracht werden kann. Das Gehäuse lässt sich leicht entfernen, wenn man zwei Schräubchen lüftet und das Gehäuse ein wenig dreht.

Auf der Grundplatte sind zwei parallele Ebonitständer durch vier Messingbolzen befestigt, welche zugleich die Verbindung der Drahtenden mit den Polklemmen herstellen. Die Drahtspulen sind auswechselbar und werden in ihrer Lage durch vier Kordenschrauben gehalten, welche mit den Messingbolzen in leitender Verbindung stehen. Auf diese Weise können leicht mehrere Spulen von verschiedenem Widerstand benutzt werden. Der Kokonfaden, an welchem die Magnetnadel hängt, geht durch einen Y-förmigen Ausschnitt eines Messingbügels und ist um eine Ebonitwelle gewunden, welche mit Reibung in zwei gegabelten Lagern geht. Für den Transport wird diese Ebonitwelle aus den Lagern gehoben und der Kokonfaden ganz aufgewickelt.

Die Nadel besteht aus einem steifen Aluminiumdraht, an welchem die Magnete und der Spiegel befestigt sind. Zur Dämpfung ist das untere Ende des Drahtes zu einem flachen Ring gebogen, welcher sich in einem kleinen auf der Grundplatte befestigten und ähnlich einem Sicherheitstintenfass gestalteten Glasgefäss bewegt. Wo es nöthig erscheint können zwei Paar Spulen benutzt werden; jedoch ist es leicht, mit einem Paar eine konstante Ablenkung von einem Grade durch 1 *Volt* bei 1000 *Ohm* zu erhalten.

Die Beobachtungslampe besteht aus einem Kupferrohr von 30 *cm* Höhe bei 10,5 *cm* Durchmesser. Der untere Theil des Rohres bildet das Oelgefäss, der obere Theil wirkt als Abzug. Das Rohr wird von Führungen getragen, welche an einem Metalluntersatz be-

[1]) Vgl. auch: *Electrician.* **20.** *S. 517.*

festigt sind und eine Höhenverschiebung der Lampe um 15 *cm* gestatten. Die Lampe wird durch einen festen Trichter mit bis zum Boden des Reservoirs hinabreichenden Rohr gefüllt. Ein Verschluss ist nicht erforderlich. Die Dochtregulirungsaxe geht durch einen Schlitz im Rohre unter einer Thüre in der Rückwand, welche dazu dient, die lange Axe der Flamme in der Axe der Linse zu erhalten. Das Linsenrohr ist um einen beträchtlichen Winkel drehbar und zwar fällt der Drehungsmittelpunkt mit der Flammenmitte zusammen; hierdurch kann das Lichtbündel ausser horizontal auch auf- und abwärts gerichtet werden.

Die Skale ist 0,5 *m* lang und in Millimeter getheilt. Sie ist auf einem dünnen Brett befestigt und an dieses mit Hilfe von Charnieren ein Schirm von gleicher Länge angefügt. Das Ganze ist dann in der Mitte durchschnitten und durch ein Charnier auf der Rückseite des Schirms verbunden, so dass man es auf die halbe Länge zusammenlegen kann. Führungen an der Rückseite der Skale gleiten in Haken, welche an einem an der Vorderseite der Lampe angebrachten Kreuzstücke sitzen. Dies ist in einem vertikalen Schlitz verschiebbar, so dass die Skale seitlich und in der Höhe justirt werden kann.

Ueber die Prüfung von Glasröhren und Glasgefässen. Von Prof. S P. Thompson.

In der Sitzung der *Londoner Physikalischen Gesellschaft* vom 10. Nov. 1888 zeigte Prof. S. P. Thompson durch Experimente, wie man auf bequeme Weise bestimmen könne, ob Glasrohre oder Glasgefässe mit gekrümmter Oberfläche, welche nicht auf dem gewöhnlichen Wege mittels polarisirten Lichtes untersucht werden können, gut ausgekühlt sind oder nicht; er erwähnte, dass er zur Anstellung dieser Versuche durch eine Bemerkung von Sir David Brewster veranlasst sei. Letzterer giebt an: Wenn polarisirtes Licht durch einen langen Cylinder von nicht ausgekühltem Glase geleitet wird und zwar so, dass es einen rechten Winkel mit der Axe macht, so zeigt es, nachdem das Glas in eine Flüssigkeit mit demselben Brechungskoefficienten eingetaucht ist, dieselben Erscheinungen wie viereckige Platten von Glas, nur mit dem Unterschiede, dass die äusseren Farben nicht so deutlich sind, was seinen Grund in der Abnahme der Dicke des Glases nach dem Rande zu hat." Die von Prof. Thompson benutzte Flüssigkeit bestand aus einer Mischung von Schwefelkohlenstoff und Alkohol in geeigneten Verhältnissen. Glasstäbe, welche in der gewöhnlichen Weise in einer Flamme gebogen worden waren, zeigten starke Färbung, und zwar besonders, wie zu erwarten war, an dem Knie, wenn sie in diese Flüssigkeit getaucht und im polarisirten Licht betrachtet wurden. Aehnliche Erscheinungen wurden an einer Anzahl zerbrochener Thermometerrohre und an einigen Proben zerbrochener elektrischer Lampen beobachtet, welche meist da zersprungen waren, wo man die Platindrähte eingeschmolzen hatte. — Auf eine im Laufe der Sitzung an ihn gestellte Frage erwiderte Prof. Thompson, dass er noch kein Rohr oder Lampe gefunden hätte, welche nicht einige Spuren von Färbung gezeigt hätten, wenn sie in dieser Weise geprüft worden seien, aber die Färbung sei besonders leicht zu sehen, wenn das Glas schlecht ausgekühlt sei, denn in diesem Falle sei sie ganz deutlich und die Farben schienen immer um bestimmte Punkte des Glases herum gruppirt zu sein. Im Anschluss hieran führte Herr Adam Hilger aus, dass es ihm unmöglich sei, Glas zu erhalten, welches keine Doppelbrechung zeige, d. h. im polarisirten Lichte keine Färbung zeige, wenn es in gekrümmten Formen gepresst wurde, man möge es nachher auch noch so gut auskühlen. Deshalb lasse er die Gläser, welche zur Herstellung von Linsen gebraucht würden, in Formen mit parallelen Flächen giessen, später würden dann diese viereckigen Stücke geschliffen, bis sie die gewünschte Gestalt angenommen hätten.

(Eine Anfrage der Redaktion, ob das glastechnische Laboratorium in Jena ähnliche Erfahrungen wie Herr Hilger gemacht habe, hat unser geschätzter Mitarbeiter Herr Dr. S. Czapski die Güte mit folgenden Bemerkungen zu beantworten:

„Zu obigen Mittheilungen möchte ich mir erlauben, zu bemerken, dass die von Thompson angeführten Thatsachen als solche durchaus und in weiten Kreisen bekannte sind. Seit Fresnel haben sich wiederholt auch wissenschaftliche Forscher mit denselben beschäftigt, unter diesen namentlich Brewster und F. Neumann. Die Bemerkungen hingegen, welche der Herr Ref. von Herrn Hilger aus der Diskussion über den Vortrag berichtet, dürfen — wenigstens in dem oben gegebenen

Sinne — nicht ohne weiteres als zutreffend hingenommen werden. Nach den hier in Jena und wohl fast überall auch anderwärts gemachten Erfahrungen verhält sich die Sache vielmehr folgendermaassen: Wenn Glas in feurig-flüssigem Zustande etwa mittels der üblichen Zangen in die Linsenform gepresst und danach keinerlei besonderen Kühlprocessen unterworfen wird, so bleibt es, in Folge der starken oberflächlichen Abkühlung, der es bei solchem Verfahren ausgesetzt ist, selbstverständlich stark gespannt. Lässt man aber ausgesuchte Glasstücke in Chamotteformen von Linsengestalt langsam erweichen und hierdurch die gewünschte Figur annehmen und lässt diese Linsen einen regulären Kühlprozess durchmachen, so werden dieselben genau ebensogut entspannt, wie ebenflächige Platten.“ *S. Czapski.)*

Abänderung des Orsat'schen Apparats.

Von P. Naef. *Chemische Industrie.* **8.** *S. 289,* aus *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **27.** *S. 370.*

Der Verfasser schlägt vor, den Glashahn der Muencke'schen Form des Orsat'schen Apparates durch die bekannten Ventile zu ersetzen, welche aus einem Kautschukschlauch mit eingesetztem Glaskügelchen bestehen. Hierdurch werden sowohl die Zerbrechlichkeit des ganz aus Glas hergestellten Apparats, als auch die Uebelstände, die mit der Anwendung von Metallröhren verknüpft sind, vermieden. *Wgsch.*

Rheostat nach Fr. C. G. Müller.

Von G. Wanke. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **2.** *S. 47.*

Der Rheostat besteht aus Neusilberdraht, der auf dem Mantel eines vertikal stehenden, um die Axe drehbaren Cylinders, der Cylinderaxe parallel, aufgespannt ist. In der von den Kurbelrheostaten her bekannten Form wird der Draht durch Kontaktstücke am untern Rande des Cylinders, zwischen denen er auf und ab geführt ist und die von einander isolirt sind, in geringere Längen getheilt. Gegen den unteren Rand des Cylinders drückt von unten her eine fest anliegende Feder, die mit dem einen Pol der Stromquelle verbunden ist und auf der die erwähnten Kontaktstücke schleifen, so dass beim Drehen des Cylinders verschiedene Drahtlängen in den Stromkreis eingeschaltet werden. Zur Einschaltung kleinerer Widerstände, als sie der zwischen je zwei neben einander liegenden Kontaktstücken ausgespannte Draht repräsentirt, dient ein Stahldraht, der zwei getrennte im Stromkreise liegende Quecksilbersäulen überbrückt und je nach der Tiefe des Eintauchens kontinuirliche Widerstandsveränderungen ermöglicht. *B.*

Ueber ein astatisches, für Wattmessungen geeignetes Elektrometer.

Von Blondlot und Curie. *Compt. Rend.* **107.** *S. 864.*

Das vorliegende Elektrometer ist eine Modifikation des Thomson'schen Quadrantelektrometers. Die bewegliche Nadel hat nicht die bekannte Lemniskatenform, sondern besteht aus zwei durch Ebonit von einander getrennten Halbkreisen; die festen Sektoren, vier an der Zahl, sind gleichfalls halbkreisförmig und sind magnetisch, um die Nadelschwingungen durch Induktionsströme zu dämpfen. Je zwei übereinanderliegende der festen Sektoren gehören zusammen. Der Vorzug dieser Elektrometerkonstruktion andern Anordnungen gegenüber soll darin beruhen, dass die Nadel aus zwei zu verschiedenem Potential zu ladenden Leitern besteht und so dem System der festen Sektoren ähnlich wird; es wird dadurch eine grössere Symmetrie erzielt, die sich auch in der für die Ablenkungen geltenden Gleichung:

$$\alpha = K(V_1 - V_2)(V_3 - V_4)$$

wiederfindet, worin V_1 und V_2 die Potentiale der beiden Nadelhälften, V_3 und V_4 die der beiden Sektorgruppen und K eine Konstante bedeuten. Das Instrument dient als gewöhnliches Elektrometer, ferner bei geeigneter Schaltung der beiden festen Sektorgruppen als Differentialelektrometer und endlich, selbst bei Benutzung von Wechselströmen, als Wattmeter, da es das Produkt zweier Potentialdifferenzen misst. In diesem Falle verwendet man als die eine Spannungsdifferenz diejenige, deren Arbeit zu messen ist, als die andere diejenige, welche an den Endpunkten eines bestimmten, von dem arbeitleistenden Strome durchflossenen Widerstandes herrscht. *B.*

Ueber ein elektrisches Pyrometer für wissenschaftliche und technische Zwecke.

Von Prof. F. Braun. *Elektrot. Zeitschr. 1888.* **9.** *S. 421.*

Das Pyrometer bestimmt die Temperatur als Funktion des elektrischen Widerstandes einer Platinspirale, deren Widerstandsänderung mit Hilfe der Wheatstone'schen Brücke gemessen wird. Die Methode erfordert ein sehr empfindliches Galvanometer oder Telephon (letzteres bei Anwendung von Induktionsströmen). — Temperaturbestimmungen wurden vorgenommen in Eis, im Dampf siedenden Wassers, im Schwefeldampf und in der Muffel. Bei dem letzten Versuch waren die Platinspiralen auf Thoncylinder aufgewickelt, deren Durchmesser einige Millimeter grösser war als derjenige der Luftthermometergefässe (aus der Meissner Porzellanmanufaktur), die gleichzeitig zur Messung verwendet wurden; die Spiralen wurden dann auf die Thermometer aufgeschoben. Die Kurven, welche die aus den Beobachtungen berechneten Temperaturen als Funktion des Widerstandes darstellten, zeigten für die verschiedenen Beobachtungsreihen eine befriedigende Uebereinstimmung. Der höchste absolute Temperaturfehler bei 1000 bis 1100 Grad soll etwa 10 Grad betragen. — Mit Hilfe des Pyrometers wurde der kubische Ausdehnungskoëfficient des Porzellans bestimmt und zwischen 20 und 790 Grad gleich 0,0000124 gefunden.

B.

Ueber ein Normalelement.

Von M. Gouy. *Journ. de Phys. II.* **7.** *S. 532.*

Das Element, dessen Besonderheit in der Anwendung von Quecksilberoxyd zur Depolarisation liegt, ist aus Zink, Zinksulfat, Quecksilberoxyd und Quecksilber zusammengesetzt, giebt zwar nur sehr schwache Ströme, besitzt aber eine so auffallende Konstanz, dass es als Normalelement und als Elektricitätsquelle zur Elektrometerladung verwendbar ist. Bei Stromschluss bildet sich basisches Zinksulfat, während das Quecksilberoxyd reducirt und Quecksilber abgeschieden wird. Bei geöffnetem Stromkreise findet keine Zersetzung statt; der Anflug von basischem Zinksulfat mit dem sich das Zink bedeckt, verschwindet beim Beginn der Stromwirkung wieder, Quecksilber und Quecksilberoxyd bleiben vollkommen unverändert, und das Zinksulfat ist vor dem Einfluss der Luft sorgfältig geschützt, da grössere Koncentration der Lösung (normal 10% spec. Gew. 1,06) die elektromotorische Kraft, wenn auch nur verschwindend wenig, erhöht. Bei Temperatursteigerung sinkt die elektromotorische Kraft des Elements, und zwar nach zahlreichen zwischen 10 und 30° C. ausgeführten Messungen für je ein Grad um 0,0002 *Volt.* Bei 12° beträgt die elektromotorische Kraft 1,3899 *Volt*; der innere Widerstand beträgt je nach der speciellen Konstruktion, auf die wir hier nicht im Einzelnen eingehen können, 1000 bis 2000 *Ohm*, wenn bei der Messung Nullmethoden zur Anwendung kommen sollen, oder 10 bis 20 *Ohm* für direkte Ausschlagsmethoden. Die Polarisation des Elementes ist verschwindend gering, und die Variation von einem Tage zum andern beträgt bei Berücksichtigung der Temperaturschwankungen noch nicht 0,0001 des normalen Werthes.

B.

Neu erschienene Bücher.

Dr. Fr. W. Barfuss' Handbuch der Feldmesskunde. 4. Auflage. Von W. Jeep. Mit einem Atlas von 29 Tafeln und 250 Figuren. Weimar. B. F. Voigt. M. 6,00.

Das vorliegende Werk ist eine vollständige Neubearbeitung des durch neuere Werke längst überholten Barfuss'schen *Handbuch der Feldmesskunde.* Das Buch will sich, wie Verf. in der Einleitung erklärt, auf die niedere Messkunde beschränken „und zwar in solchem Umfange, dass das Buch sowohl dem Geometer wie dem Bauhandwerker, dem Landwirth wie dem Forstmann, dem Bahnmeister wie dem Bauunternehmer u. s. w. die für Vermessungs- und Absteckungsarbeiten erforderlichen Instrumente nebst Gebrauch, Prüfung und Unterhaltung zeige, dieselben mit den Arbeiten auf dem Felde bekannt mache, die Auftragung der Aufnahmen und Herstellung der Pläne oder Kartenlehre und Regeln zur Berechnung,

Theilung, Verwandlung der Flächen und Figuren gebe.“ Trotz dieser anscheinend genauen Umgrenzung seiner Aufgaben würde man in Verlegenheit gerathen, wenn man angeben sollte, für welche Kreise das Buch eigentlich brauchbar sei; theils bietet es zu wenig, theils zu viel. Gleich die beiden ersten Kapitel, welche von der Beschreibung der Instrumente, sowie ihrer Prüfung und Justirung handeln, müssen als ungenügend bezeichnet werden. Die zu den einfachsten geodätischen Arbeiten nöthigen Instrumente, zum Messen gerader Linien, zum Bezeichnen von Punkten, die Visireinrichtungen, die Instrumente zum Abstecken rechter Winkel, die Einrichtungen zum Nivelliren wie Setzwaage, Libelle, Kanalwaage, Quecksilberwaage, und auch das neuere Nivellirinstrument finden kurze Beschreibung; dagegen ist vom Theodoliten keine Rede: es wird nur kurz erwähnt, dass es Instrumente zum Messen von Winkeln nach Graden giebt, und als Repräsentant eines solchen ein mit einem Horizontalkreis versehenes Nivellirinstrument angeführt. Wie man damit die im dritten Kapitel, in welchem die Arbeiten auf dem Felde behandelt werden, erwähnten Winkelmessungen bei Triangulationen ausführen soll, wenn es sich um schiefe Visuren handelt, überlässt Verf. ganz dem Leser. — Auch die Vorschriften zur Ausführung und weiteren Behandlung der Messungen im Felde genügen keineswegs den Bedürfnissen der Berufsklassen, die Verf. im Auge hat; der Geometer dürfte z. B. zur Zeit der Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate kaum entrathen können. — Ein Anhang enthält die Erklärung „einiger bei den Geometern gebräuchlichen Ausdrücke.“ Ref. hebt daraus folgende Definition heraus:

„Kullimation. Mit diesem Namen bezeichnet man das Nichtzusammentreffen (vom Ref. gesperrt) zweier Linien oder Richtungen, welche nach den Instrumenten und den gemachten Annahmen eigentlich zusammenfallen müssten. *W.*

Neue physikalische Unterrichts-Apparate. Von Fr. Ernecke. Berlin 1889.

Der unseres Wissens zuerst von englischen und amerikanischen Mechanikern betretene Weg, die Kataloge ihrer Erzeugnisse mit kurzen Beschreibungen der Apparate zu versehen, bürgert sich mehr und mehr ein. In vorliegender kleiner Brochüre beschreibt Fr. Ernecke seine neuesten Unterrichtsapparate und giebt Gebrauchsanweisungen. Das Verfahren dürfte sich in allseitigem Interesse bei Anfertigung von Preiskatalogen zur Nachahmung empfehlen. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Verein Berliner Mechaniker.

Der elfte Jahresbericht des Vereins Berliner Mechaniker zeigt, dass das ernste Streben nach wissenschaftlicher Anregung, welches die um theoretische Weiterbildung in ihrem Fache bemühten Mechanikergehilfen Berlins dort zusammenführt, auch im letzten Geschäftsjahre den Verein beseelt hat. Der Verein hielt in dieser Zeit 26 ordentliche Sitzungen, zwei ordentliche und zwei ausserordentliche Hauptversammlungen ab; in diesen wurden an 14 Abenden grössere Vorträge von Fachgelehrten gehalten; an 5 Abenden sprachen Mitglieder des Vereins über verschiedene technische Fragen. Durch den Besuch wissenschaftlicher Anstalten erweiterte der Verein die Anschauungen seiner Mitglieder. Der Vergrösserung der Bibliothek widmete der Vorstand möglichste Fürsorge. Der Verein hat im Berichtsjahre um 10 Mitglieder zugenommen und zählt jetzt 72 Mitglieder. Diese Zahl ist im Verhältniss zu den vielen in Berlin beschäftigten Mechanikergehilfen gering, besonders mit Rücksicht auf den Umstand, dass das wissenschaftliche Leben der Mechanikergehilfen schon seit einer Reihe von Jahren durch die Fachschule für Mechaniker beeinflusst ist. Der Verein möge sich jedoch durch den bisherigen geringen äusseren Erfolg nicht irre machen lassen; fortgesetztes ernstes Streben wird auch hier seine Früchte tragen.

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft.

In der Sitzung vom 5. Februar sprach Herr Dr. G. Hellmann über die Anfänge der meteorologischen Instrumente und Beobachtungen. Die hauptsächlichsten

meteorologischen Instrumente sind in folgender chronologischer Reihenfolge entstanden: Windfahne, Hygroskop, Thermometer, Regenmesser und Barometer. — Weitaus das älteste aller meteorologischen Instrumente ist die Windfahne. Schon im ersten Jahrhundert vor Christi Geburt baute Andronicus Cyrrhestes den sogenannten Thurm der Winde. Die Sitte, Windfahnen oder Wetterhähne auf Kirchthurmspitzen zu setzen, reicht bis in das 9. Jahrhundert zurück. Bequemere Hilfsmittel zur Bestimmung der Windrichtung, derartig, dass man dieselbe im Hause ablesen kann, scheinen zuerst im Jahre 157[illegible] von dem italienischen Kosmographen Egnatio Danti konstruirt worden zu sein; der Vortragende zeigte ein Bild aus einem 157[illegible] erschienenen Buche, welches eine durchgehende Windfahne erkennen lässt, wie man sie in Frankreich noch heute verfertigt. Erst 100 Jahre später, 1667, gab Hooke einen einfachen Apparat zur Bestimmung der Windstärke an. — Hygroskope sind schon frühzeitig konstruirt worden, so von Nikolaus de Cusa (Cues bei Trier), Leonardo da Vinci u. A., aber ein eigentliches Hygrometer gab erst Anfang des 17. Jahrhunderts der Grossfürst Ferdinand II von Toskana an; dasselbe beruhte auf dem Kondensationsprincip. — Das von Galilei etwa 1597 erfundene Thermometer entwickelte sich im Schoosse der *Accademia del Cimento* zu einem brauchbaren Messinstrumente, aber erst 1694 benutzte Carlo Renaldini Eis- und Siedepunkt zur Graduirung. — Den ältesten Nachweis einer Regenmessung fand der Vortragende im Briefwechsel des römischen Mathematikers Castelli mit Galilei; hiernach hat ersterer im Sommer 1639 in Perugia die erste Regenmessung ausgeführt, und zwar, um zu sehen, ob das Ansteigen des benachbarten Trasimenischen Sees vom Regen herrühre. — Das 1643 von Torricelli angegebene Barometer sollte ursprünglich nicht ein Mittel zur Messung des Luftdruckes abgeben, sondern es war Torricelli nur darum zu thun, ein Vakuum mit Quecksilber besser herzustellen wie durch eine Wassersäule. — Der Vortragende ging zum Schluss auf die ersten instrumentellen Beobachtungen in Deutschland ein.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt des physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main.

Mit dem 24. April dieses Jahres tritt eine von dem Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. gegründete elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt ins Leben.

Die Lehranstalt bezweckt, solchen jungen Leuten, welche ihre Lehrzeit in einer mechanischen oder elektrotechnischen Werkstatt vollendet haben, eine theoretische und praktische Bildung in der Elektrotechnik zu geben, welche sie befähigen soll, als Monteure, Werkmeister u. dgl. in elektrotechnischen Fabriken, grösseren [illegible] u. s. w. ihr Fortkommen zu finden. An wissenschaftlich gebildeten Elektrotechnikern ist zur Zeit kein Mangel, wohl aber fehlt es in der elektrotechnischen [illegible] an einer genügenden Zahl brauchbarer Hilfskräfte, welche neben ihren praktischen Fertigkeiten ein genügendes Verständniss der Maschinen und Messinstrumente besitzen, so dass ihnen mit vollem Vertrauen die Ausführung und Ueberwachung elektrischer Anlagen übertragen werden kann. Auch Solchen, welche später die Absicht [illegible] haben, kleinere mechanisch-elektrotechnische Geschäfte selbstständig zu betreiben, wird das erworbene Wissen und Können werthvolle Vortheile bieten.

Der schon am Anfang der [illegible] Jahre gegründete Physikalische Verein ist im Besitz aller Mittel, welche für eine Lehranstalt der beabsichtigten Art erforderlich sind. Das neuerbaute Vereinslokal besitzt [illegible] zur Aufstellung von [illegible] Dynamomaschinen und Messinstrumenten, einen grossen [illegible] Personen fassenden [illegible] Hörsaal, einen kleineren [illegible] praktischer Arbeiten der Schüler, ein Laboratorium für exakte Messungen [illegible] Akkumulatoren, Photometer u. s. w. Hierzu treten das physikalische Kabinet des Vereins, das chemische Laboratorium, die grosse meteorologische Station mit [illegible] Apparaten, sowie Vorrichtungen für astronomische Beobachtungen.

Die elektrotechnische Untersuchungs-Anstalt steht mit der Schule in unmittelbarer Verbindung; sie bietet strebsamen Leuten, welche eine längere Zeit auf ihre Ausbildung verwenden können, Gelegenheit, sich über feinere Messinstrumente und Messmethoden zu unterrichten. Die Stadt Frankfurt sowie deren Nachbarorte bieten in elektrotechnischer Hinsicht viel Sehenswerthes, so dass den Schülern auch Gelegenheit geboten ist, vieles für ihre Zwecke Wissenswerthe aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Der Lehrplan ist folgender:

A. Obligatorische Fächer:

1. Physik . . . . 2 Stunden wöchentlich.
2. Allgemeine Elektrotechnik . . . . . . 4 " "
3. Praktische Uebungen im Laboratorium 10 bis 12 " "
4. Dynamomaschinenkunde . . . . 1 Stunde "
5. Beleuchtungstechnik . . . . 1 " "
6. Motorenkunde . . . . 1 " "
7. Instrumentenkunde . . . . 1 " "
8. Signalwesen, Telegraphie und Telephonie . . 1 " "
9. Elemente und Akkumulatoren . . . . . 1 " "
10. Blitzableiter-Technik und -Prüfung in einem besonderen 14tägigen Kurse.
11. Exkursionen.

B. Fakultative Fächer.

1. Chemie . . . . 2 Stunden wöchentlich.
2. Mathemathisches Repetitorium . . . . . . 2 " "
3. Zeichnen . . . . 4 bis 6 " "
4. Mechanik . . . . 1 Stunde "
5. Technologie . . . . 1 " "

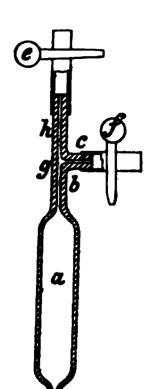
Der vollständige Lehrkursus hat die Dauer eines Semesters, kann aber für solche Schüler, welche sich noch weiter ausbilden wollen, auf mehrere Semester ausgedehnt werden.

Bedingung der Aufnahme ist: 1. Der Nachweis des erfolgreichen Besuchs einer höheren Lehranstalt oder wenigstens Zeugnisse über genossenen Privatunterricht in der Mathematik (Algebra: Einfache Gleichungen), 2. ein Zeugniss über die in einer mechanischen Werkstätte bestandene Lehre.

Ein selbstgeschriebener Lebenslauf muss bei der Aufnahme angefertigt werden. Das Honorar für ein Semester (100 Mark) ist bei der Aufnahme zu entrichten. Es ist Aussicht vorhanden, dass für weniger Bemittelte, welche recht gute Zeugnisse aufzuweisen haben, Freistellen geschaffen werden.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

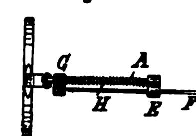


Neuerung an Pipetten. Von B. Gerdes in Gröbers, Prov. Sachsen. No. 44728 vom 21. Januar 1888.

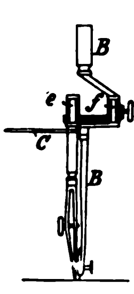
An das Rohr *b* einer Pipette *a* ist seitlich eine Röhre *c* angesetzt. Die Rohrenden werden durch die Quetschhähne *e* und *f* verschlossen. Wird die Spitze *s* der Pipette in die abzumessende Flüssigkeit getaucht, während man oben nach Oeffnen des Quetschhahnes *e* saugt, so lässt sich die Pipette mit der Flüssigkeit anfüllen. Sobald dieselbe über die Stelle *g*, an der sich das seitliche Rohr befindet, gestiegen ist, etwa bis *h*, schliesst man den Quetschhahn *e*. Oeffnet man nun den Quetschhahn *f*, so reisst die in der Pipette enthaltene Flüssigkeit bei *g* ab und der untere Theil derselben fliesst aus. Die Flüssigkeitssäule *hg* bleibt bei verschlossenem Hahne *e* durch Kapillarität hängen.

Statt der Röhre *c* kann ein auf beliebige Weise, etwa mit dem Finger, zu verschliessendes Loch im Rohre *b* angebracht werden.

Brillenbügel. Von A. M. Bechtold in Brooklyn. No. 45184 vom 12. Juni 1888.



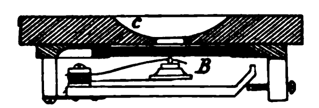
Der Brillenbügel besteht aus zwei Stücken *F* und *A*, mit den daran befestigten Kloben *G* und *E*, von welchen *F* in dem Kloben *E*, *A* in dem Kloben *G* verschiebbar ist. Zwischen den Kloben befindet sich eine Feder *H* von passender Stärke. Durch diese Bügelkonstruktion soll jeder unnöthige Druck der Brille am Ohr oder auf die Nase vermieden werden.

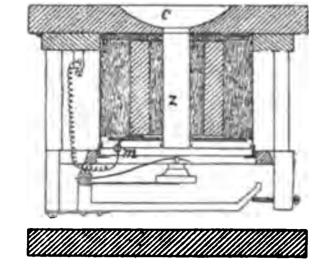


Zirkel mit parallel geführten Schenkeln. Von U. Schoerner in Breslau. No. 45098 vom 27. April 1888.

In einem gemeinsamen Verbindungsstück drehbar sind die beiden Zapfen *f* und *e* gelagert. *f* ist ein Theil des gekröpften Zirkelschenkels *B* und kann in jeder Stellung festgeklemmt werden. Durch Drehung von *f* wird die Entfernung der Längsaxe des Schenkels *B* von der Drehaxe *e*, in deren Verlängerung die Spitze der Reissfeder liegt, beliebig eingestellt. *C* ist ein um *B* drehbarer Arm, welcher bei Einstellung der Zirkelweite sich im Reissfederschaft verschiebt, die Reissfeder um die Axe *e* dreht und sie in der richtigen Stellung gegen den andern Schenkel erhält.

Neuerung an Batterie-Telephonen. Von V. M. Berthold in Cambridgeport, Massachusetts, V. St. A. No. 44937 vom 19. November 1887.



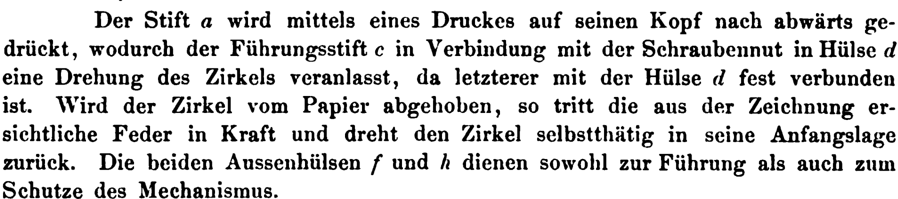


Bei diesem Batterie-Telephon ist die trockene, feuchte oder nasse Batterie so zwischen den Schalltrichter und das Diaphragma verlegt, dass dieses entweder von der trockenen Batterie *B* selbst gebildet wird oder einen konstruktiven Theil *m* der (feuchten oder nassen) Batterie ausmacht, und zwar im letzteren Falle unter Bildung einer Schallkammer, welche durch einen central durch die Batterie geführten Kanal *z* mit dem Schalltrichter *c* in Verbindung steht. Dabei wird die Batterie derart an einem am Gehäusedeckel beweglich befestigten Rahmen aufgehängt, dass sie von den Mikrophonkontakten entfernt werden kann, ohne deren Einstellung zu stören.



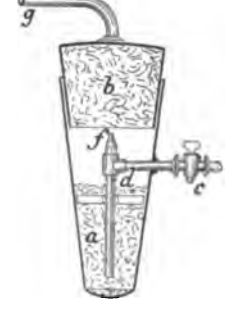
Nullzirkel mit selbstthätigem Umgang. Von J. H. Kehr in Nürnberg. No. 44977 vom 15. Mai 1888.

Der Stift *a* wird mittels eines Druckes auf seinen Kopf nach abwärts gedrückt, wodurch der Führungsstift *c* in Verbindung mit der Schraubennut in Hülse *d* eine Drehung des Zirkels veranlasst, da letzterer mit der Hülse *d* fest verbunden ist. Wird der Zirkel vom Papier abgehoben, so tritt die aus der Zeichnung ersichtliche Feder in Kraft und dreht den Zirkel selbstthätig in seine Anfangslage zurück. Die beiden Aussenhülsen *f* und *h* dienen sowohl zur Führung als auch zum Schutze des Mechanismus.



Filter. Von E. Th. G. Thorn in Hamburg. No. 44317 vom 16. Februar 1888.

Der Behälter *a* dient zur Aufnahme von Stoffen, welche, wie z. B. chemische unlösliche Niederschläge, Eisenoxydhydrat oder Asbest, Kohle, Cellulose u. s. w die Fähigkeit haben, mit trüben Flüssigkeiten geschüttelt, die suspendirten Verunreinigungen an sich zu ziehen und festzuhalten. In dem mit *a* dicht verbundenen, unten offenen Aufsatz *b* befindet sich ein Schwamm oder ähnlicher Filtrirgegenstand, welcher dazu dient, die der zu klärenden Flüssigkeit absichtlich beigefügten Stoffe mechanisch abzuscheiden. Die Flüssigkeit strömt unter Druck durch den Hahn *c* und das Rohr *d* in den Behälter *a* ein, und zwar mündet das letztere am unteren Ende nahe am Boden des Behälters *a*. Durch den Flüssigkeitsstrahl werden die jeweilig angewendeten Klärstoffe (Eisenoxydhydrat u. s. w.) aufgewirbelt, vermischen sich mit der zu reinigenden Flüssigkeit und halten die Verunreinigungen fest, während die geklärte Flüssigkeit durch den Schwamm oder sonstigen Körper *b* und das Rohr *g* ausfliesst.

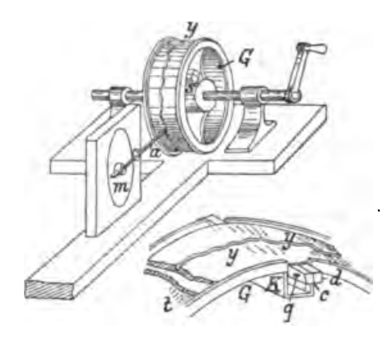


Um Ansätze von der unteren Fläche des Filtermaterials *b* entfernen zu können, besitzt

das Rohr *d* den Düsenansatz *f*, aus welchem die Flüssigkeit gegen die untere Fläche von *b* spritzt, wodurch dieselbe von etwaigem Ansatz, von Verunreinigungen u. s. w. befreit wird.

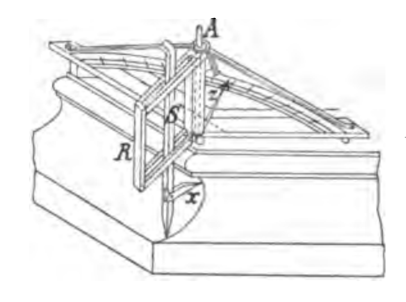
Verfahren und Apparat für das Registriren und Wiederhervorbringen von Tönen. Von E. Berliner in Washington. No. 45048 vom 8. November 1887.

Das Verfahren unterscheidet sich von dem bisher bei Phonographen angewandten dadurch, dass die Laute aufzeichnende Spitze *a* nicht in ein plastisches Material je nach den Schwingungen der Membran tiefere oder weniger tiefe Eindrücke macht, sondern dass dieselbe von einem Ueberzug aus halbflüssiger Tinte oder Farbe, welcher auf die sich drehende Walze oder Scheibe aufgetragen ist, entsprechende Theile wegschabt. Zu diesem Zwecke ist die registrirende Spitze *a* nicht direkt an der Membran *m* befestigt, sondern sie bildet einen zweiarmigen Hebel, welcher, quer über die Membran *m* sich erstreckend, an dem Rahmen derselben gelagert und mit dem kürzeren Arme durch eine im Centrum der Membran befestigte Stütze mit dieser verbunden ist. Die Registrirfläche, die mit einem Ueberzug von Oel und einer dünnen Schicht von Lampenruss versehen wird, ruht auf einer um die Trommel *G* gelegten elastischen Unterlage *t* aus Filz, Tuch oder dergl. und beides, Unterlage und Registrirfläche, werden mit ihren Enden über zwei Prismen *c* und *d* gewickelt, die dann in eine kastenartige Vertiefung *K* der Trommel *G* geklemmt und durch Stifte *q* zusammengehalten werden. Die durch die Bewegungen der Registrirspitze *a* in dem Ueberzug sich bildende wellenförmige Furche *y* wird in geeigneter Weise auf einen Streifen aus hartem Material übertragen und dann in diesen durch Aetzung oder in anderer Weise eingravirt, so dass sie eine vertiefte Bahn für die Abtastspitze des die Töne wiedererzeugenden Instrumentes bildet. Letzteres ist dem Laute aufzeichnenden gleich. An Stelle der Walze kann auch eine Scheibe zur Aufzeichnung der Töne dienen, die dann gegen die registrirende Spitze sich so verschiebt, dass letztere eine spiralförmige gewellte Linie aus dem halbflüssigen Ueberzug der Scheibe ausschabt. Ist diese Scheibe aus Glas und wird der Ueberzug durch die registrirende Spitze ganz entfernt, so kann die Scheibe direkt als Negativ zur photographischen Uebertragung der Aufzeichnung auf eine zu ätzende Scheibe benutzt werden.



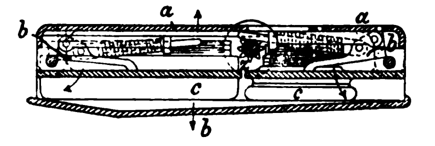
Geräth zur Bestimmung des Gehrungsschnittes von Gesimsen und Profilen mit ein- und ausspringenden Ecken. Von K. Böhme in Dresden. No. 45486 vom 31. Mai 1888.

Das Geräth besteht aus einem um eine feste Axe *A* drehbaren Rahmen *R* mit einem Stift *S*, der in einer durch die Rahmenaxe gelegten Ebene nach allen Richtungen beweglich ist und vermöge einer Biegung seiner Spitze (in der Fig. das mit *S* gelenkig verbundene Stück *x*) den Schnitt bei Unterhöhlungen von Profilen und Gesimsen aufzureissen gestattet. Mittels des Zeigers *z* und einer Skale kann der Rahmen *R* unter bestimmten Winkeln zur Gesimsflucht eingestellt werden.



Zusammenlegbares Doppelperspektiv. Von W. A. Cardwell in Eastbourne, England. No. 45204 vom 25. Januar 1888. Zweites Patent No. 45476 vom 5. Juni 1888.

Die Figur stellt das im Grundriss die Form eines Vierecks zeigende Doppelperspektiv zusammengelegt dar. In diesem Zustande suchen die mit den gelenkigen Armen *b* verbundenen Schraubenfedern diese und auch die Fassungen *c* der Objektive und Okulare in die Gebrauchsstellung zu drücken, werden aber durch ein um das Instrument gelegtes Gummiband oder dergleichen hieran verhindert. Die Platten *a* und *b*, welche sich, wenn das Instrument gebrauchsbereit gemacht wird, von einander entfernen, haben an den beiden von den Gläsern nicht eingenommenen Seiten eine nachgiebige Verbindung (aus Leder, Seide u. s. w. hergestellt). Das Zahnrädchen *z* dient zur Einstellung des Perspektivs. — In dem zweiten Patente sind die zusammenklappbaren Platten je durch ein Gelenk an beiden Seiten der Fassung des Okulars befestigt und bilden, wenn das Perspektiv gebrauchsfertig ist, einen Keil. Beim Zusammenlegen des Instruments werden nunmehr nur die Objektive umgeklappt, nicht





auch die Okulare. Zum Schutze der Gläser und zugleich zum Festhalten der zusammengeklappten Platten sind Kappen angebracht.

Biegsames Schleifwerkzeug (Schleifschnur). Von W. Grüne in Berlin. No. 45065 vom 25. Nov. 1887.

Das Schleifwerkzeug wird durch Vereinigung (z. B. Verzwirnen) von Gespinnstfäden gebildet, welche auf ihrer Oberfläche unter Anwendung eines Klebmittels mit pulverförmigen Schleif- oder Polirmitteln bedeckt sind.

Vorrichtung zur Darstellung und Ermittlung der Tag- und Nachtlängen für alle Punkte der Erde. Von A. F. Sguazzardi in Rom. No. 44971 vom 25. März 1888.

Die Vorrichtung besteht aus einer die Nachtseite der Erde darstellenden halbkugeligen Hülle („Schattenkalotte“), innerhalb welcher ein Globus rotirt und welche durch eine mit einem Kalenderwerk ausgerüstete Uhr während eines Jahres zweimal eine Schwingbewegung (von $46^\circ\ 54'$) um eine die Erdaxe rechtwinklig schneidende Axe empfängt. Das Uhrwerk ist ausschaltbar, so dass die Vorrichtung nebst dem Kalenderwerk von Hand aus gestellt werden kann.

Neuerung in der Herstellung von Trockenelementen. Von C. Gassner jr. in Mainz. No. 45251 vom 8. November 1887.

Da frisch gefälltes Eisenoxydhydrat eine sehr gute und nachhaltige Depolarisation bewirkt, so soll dasselbe auf der Kohlenelektrode abgelagert werden. Die mit Eisenchlorid getränkte Kohlenelektrode wird mit einer Erregungsmasse in Berührung gebracht, welche chlorentziehend wirkt und Eisenoxydhydrat ausfällt. Eine solche Erregungsmasse kann aus Aetznatron oder Aetzkalilauge und Stärkemehl oder aus Salmiak, Chlorzink oder anderen Wasser bindenden Substanzen, die mit Ammoniaksalz versetzt sind, bestehen, wobei im letzteren Falle die Chlorentziehung durch das bei der Stromerzeugung frei werdende Ammoniakgas bewirkt wird.

Schaltwerk bei elektrischen Uhren mit selbstthätigem Aufzug. Von A. J. Thomas in Paris. No. 45077 vom 22. November 1887.

Die Uhr wird durch eine Feder getrieben, die auf elektromagnetischem Wege jede Minute um ein kleines zum Betrieb der Uhr während einer Minute genügendes Stück aufgezogen wird. Auf dem Federstift, welcher gleichzeitig als Minutenzeigeraxe dient, ist das Schaltrad des zum Aufziehen benutzten Schaltwerkes befestigt, so dass das Gehwerk von der Weiterführung der Zeiger entbunden ist und ihm nur die Aufgabe zufällt, den minutlichen Stromschluss zu bewirken.

Optometer zu astigmatischen und sphärischen Bestimmungen mit dreh- und verschiebbaren stabförmigen Linsenträgern. Von Schulze & Bartels in Rathenow. No. 45356 vom 28. April 1888.

Am Gestell des Optometers ist ein Rohr von rechteckigem Querschnitt drehbar befestigt, welches zur Aufnahme von je zwei flachen, die sphärischen und cylindrischen Versuchslinsen enthaltenden Schlitten dient. Bei der Prüfung des Auges, welche übrigens mit bekannten Mitteln und in bekannter Weise erfolgt, werden die Versuchslinsen durch Verschiebung der beiden, einzeln feststellbaren Linsenträger oder durch Auswechselung derselben vor die Schauöffnung gebracht, der dioptrische Werth der entsprechenden Linsen am Linsenträger und die Neigung des letzteren, bezw. der astigmatische Meridian, an einer am Gestell angebrachten Skale abgelesen.

Für die Werkstatt.

Kautschuklack. *Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt. 1889. S. 42.*

Die bisher angewendeten Lösungsmittel für Kautschuk lieferten Lösungen, welche sich mit Oellacken und Oelfirnissen nicht ohne Abscheidungen vermischen liessen. Uebergiesst man mit 1 *l* Kamphoröl (von Schimmel & Co. in Leipzig) 60 *g* besten Parakautschuk, lässt es in verschlossener Flasche unter zeitweisem Umschütteln einige Tage — jedoch nicht in der Sonne — mässig warm stehen und presst die Lösung dann durch Leinwand, so erhält man eine fast klare Flüssigkeit, welche allein oder mit Farbstoffen gemengt, am zweckmässigsten jedoch als Beimengung zu Leinölfirnissen, Terpentinöl- und Kopallacken vortheilhafte Verwendung findet. So hergestellte Firnisse zeigen nach dem Trocknen eine erhöhte Zähigkeit und Elasticität und eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse sowie gegen die chemischen Einwirkungen von Säuren und Alkalien. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Mai 1889.** Fünftes Heft.

Neuerungen und Erfahrungen an Apparaten zur Prüfung von Thermometern und Aneroidbarometern, Windfahne und Windstärkemesser, Registrirapparaten von Richard frères und dem Barometer Wild-Fuess.

Von

Dr. **P. Schreiber** in Chemnitz.

In meinem Geschäftsbericht vom Jahre 1886[1]) habe ich eine Anzahl von Instrumenten beschrieben und abgebildet, welche unter Berücksichtigung älterer bewährter Principien von mir neu konstruirt und in der Werkstatt des meteorologischen Institutes unter meiner Leitung vom Mechaniker des Institutes Kühne ausgeführt worden sind. Auch sind da die sich immer mehr einbürgernden kleinen Registrirapparate der Gebrüder Richard in Paris, welche auch hier in Gebrauch stehen, und das Barometer Wild-Fuess beschrieben und abgebildet worden. Die selbstgebauten Instrumente wurden meist nur soweit hergestellt, dass sie gebrauchsfähig sind. Es sollen nach und nach die Aenderungen angebracht werden, welche der praktische Gebrauch ergeben wird. Ueberall war ich bei der ersten Herstellung auf möglichste Einfachheit der Konstruktion bedacht und musste immer die nur geringen mechanischen Hilfsmittel unserer Werkstatt im Auge behalten. Dabei habe ich aber stets Hauptwerth auf möglichste Solidität der Konstruktion gelegt, namentlich bei den Instrumenten, welche Wind und Wetter ausgesetzt werden sollen und bei denen die eleganten, sauber polirten und lackirten Messingkonstruktionen, wie sie noch vielfach aus den mechanischen Werkstätten kommen, sehr wenig Zweck haben.

I. Apparate zur Prüfung von Thermometern. Die hier gebrauchten Instrumente setzen sich zusammen aus einer Vorrichtung zum Eisschaben, zwei Apparaten zur Bestimmung der Eispunkte, einem Siedepunktsapparat und zwei Vergleichungsapparaten für je 16 Thermometer, der eine für Temperaturen unter 0, der andere für Temperaturen über dem Eispunkt bis zu etwa 60° C.

Das Princip dieser Apparate ist schon an dieser Stelle[2]) beschrieben worden. Es sei nur erwähnt, dass bei dem Apparat für Vergleichungen über dem Eispunkt die schon damals berührte Vorrichtung angebracht worden ist, welche gestattet, auch bei Temperaturen des Bades, die von der Zimmertemperatur wesentlich verschieden sind, die Wärmegrade im Vergleichsapparat beliebig lange und in beliebiger Höhe absolut konstant zu halten. Man kann aber auch die Temperatur nach Belieben langsam ansteigen oder langsam abnehmen lassen. Versuche über die Funktion des bei den Apparaten angewendeten Systems der Umrührung der Badetemperatur haben die genügende Wirkungsweise derselben ergeben.

---

[1]) *Jahrbuch des Königl. sächs. meteorologischen Institutes. 4. 1886. Abth. III.* Kommissionsverlag der C. Brunner'schen Buchhandlung in Chemnitz. Der Geschäftsbericht bildet eine selbstständige Publikation. — [2]) *Diese Zeitschr. 1886. S. 122* und *1888. S. 206.*

II. Prüfungsapparat für Aneroidbarometer. Drei schwere gusseiserne Büchsen *R* (Fig. 1), welche die Aneroide enthalten, sind mit einem Wassermanometer *W*, einem Quecksilbermanometer *Q* und dem Luftraum des Glasballons G_1 verbunden. Zwei andere Ballons G_2 und G_3 stehen unter sich, mit einer gewöhnlichen Luftpumpe *L* und dem anderen Schenkel des Quecksilbermanometers in Verbindung. Das letztere giebt demnach stets die Druckdifferenz in den beiden Lufträumen an. Den einen Ballon G_1 kann man kurz den Recipienten, den anderen von G_2 und G_3 gebildeten die künstliche Atmosphäre nennen. Die beiden ersten Ballons sind zur Hälfte mit Wasser (besser ist Glycerin) gefüllt, der dritte Ballon enthält nur Luft; er soll das Volumen der künstlichen Atmosphäre möglichst gross machen. Die Druckänderung im Recipienten wird dadurch erreicht, dass man in der künstlichen Atmosphäre erst den passenden Druck mittels der Luftpumpe erzeugt und dann das Wasser aus dem einen Ballon in den andern durch den Heber, welchen die beiden langen Röhren in den Ballons und der links vom Quecksilbermanometer dargestellte Glasapparat *H* mit den zur Verbindung dienenden Gummischläuchen bilden, überströmen lässt. Soll Verminderung des Druckes im Recipienten erzeugt werden, so pumpt man erst die künstliche Atmosphäre kräftig aus; dann wird das Wasser von links nach rechts sich bewegen und die Luft im Recipienten muss sich ausdehnen. Lässt man nun den vollen Luftdruck in die künstliche Atmosphäre eintreten oder erzeugt Ueberdruck, so wird das Wasser die entgegengesetzte Bewegung ausführen und den Druck im Recipienten nach und nach und sehr gleichmässig vermehren. Der Glasapparat *H* am Knie des Hebers dient zur Regulirung der Geschwindigkeit der Wasserbewegung und so auch der Druckänderung im Recipienten. Das Wasser muss stets bis zum höchsten Punkt in einer der seitlichen Röhren aufsteigen und dann durch eine Spitze in den Luftraum des mittleren Gefässes (Windkessel) einströmen. Die nöthige Regulirung lassen die vier Hähne erreichen. Da man den Strahl sehen kann, lässt sich die Geschwindigkeit der Bewegung leicht ändern; man kann einen kräftigen Strahl austreten lassen, der eine rasche Druckänderung erzeugen wird, kann aber auch langsam Tropfen fallen lassen, in welchem Fall erst nach längerer Zeit sowohl an den Aneroiden, als an den Manometern eine Aenderung im Stande

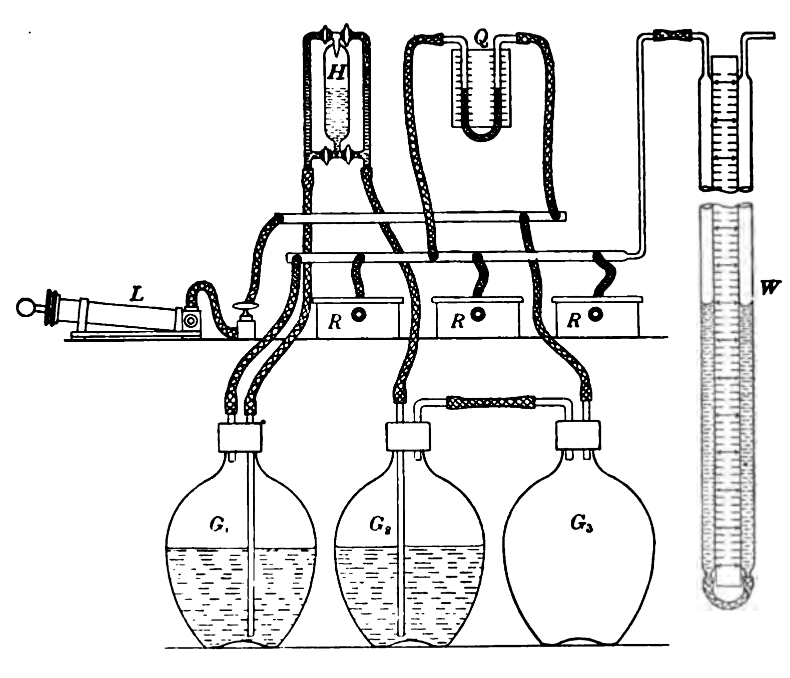


Fig. 1.

erkannt werden kann. — Zur Erzeugung von Temperaturänderungen werden die Büchsen *R* in Zinkgefässe gestellt, welche mit Eis bezw. heissem Wasser gefüllt werden. Durch geeignete Vorsichtsmaassregeln kann man das Beschlagen der Glasplatten bei Abkühlung vollständig verhüten und ich kann hierin Herrn Prof. Koppe[1]) nicht Recht geben. Ich bemerke, dass ich neuerdings den Boden der Büchsen *R* mit einer starken Schicht geschmolzenen Chlorkalciums bedecke und so die Instrumente unbedenklich auf 0° abkühlen kann.

Nähere Mittheilungen über Vorzüge und Nachtheile des Apparates, sowie sonstige für die Handhabung wesentliche Details finden sich in meinem Bericht. Der Apparat hat sich in der einfachen Form schon vollständig bewährt. Ich gedenke ihn baldigst umbauen zu lassen, werde ihn dabei für sechs Büchsen einrichten, statt des Wassermanometers direkt ein Quecksilberbarometer ansetzen und die Gummiverbindungen möglichst beschränken.

III. Windfahne und Windstärkemesser. Die Fahne wurde in einer Mächtigkeit hergestellt, wie dies wohl noch nicht geschehen sein dürfte. Die leichte Beweglichkeit wurde durch Stellung der schweren Fahne auf eine Spitze erreicht und ist so bedeutend, dass bei der bevorstehenden Einrichtung eines mit dieser Fahne verbundenen Registrirapparates eine Dämpfung wird angebracht werden müssen. Ich gedenke hierzu den Widerstand zu verwenden, welcher bei Bewegung von Flügeln in einer Flüssigkeit entsteht. Bekanntlich ist derselbe klein bei nur langsamer Bewegung und nähert sich mit der Abnahme der Geschwindigkeit der Grenze Null, während er in höherem Maasse als mit der Geschwindigkeit proportional zunimmt. So gedenke ich bei aller Empfindlichkeit der Fahne ruhige Bewegungen derselben für die Registrirungen erreichen zu können. Vorläufig werden die Angaben der auf dem Dache der Schlosskirche zu Chemnitz aufgestellten Fahne derart durch acht Leitungsdrähte nach den Beobachtungslokalitäten geleitet, dass die Windrichtung nach 16 Punkten bestimmt werden kann. Zur Herstellung der Registrirungen gedenke ich sowohl das von Wild adoptirte System Hasler als auch die Principien in Anwendung zu bringen, die ich in *Carl's Repertorium. 18. S. 65* und in der *Elektrotechnischen Zeitschr. 1882. S. 38* entwickelt habe.

Die Robinson'schen Anemometer werden, soviel ich weiss, in der meteorologischen Praxis nur zur Registrirung der durchschnittlichen Windstärke in einem grösseren Zeitraum und nicht zur Bestimmung der Windstärke während eines Beobachtungstermines verwendet. Zu letzterem Zweck muss man im Stande sein, eine kleinere Zahl von Umdrehungen des Schalenkreuzes zählen zu können. Dies hatte ich in Paris auf der elektrotechnischen Ausstellung gesehen; es war hier zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Luftbewegung in Bergwerksgängen ein Robinsonkreuz mit einem Telephon verbunden worden. Das Gleiche zu meteorologischen Zwecken zu verwenden schien mir einmal für Beobachtungen bei Gewittern bedenklich und dann auch nicht gut ausführbar, da zu verschiedene Geschwindigkeiten der Drehung vorkommen. Bei der Konstruktion des bei uns in Gebrauch befindlichen Apparates habe ich Glockensignale angewendet und zwar kündet jeder Glockenschlag zehn Umdrehungen des Schalenkreuzes an. Weiter war es mir darum zu thun, möglichst konstante Reibungswiderstände zu erzielen, alle Unterbrechungsfunken im Windstärkemesser selbst zu vermeiden und zu verhindern, dass beim Stehenbleiben auf einem Kontakt die Batterie abgenutzt werde. Ich habe versucht, diese Bedin-

[1]) *Diese Zeitschr. 1888. S. 422.*

gungen durch zwei isolirte Kontaktfedern und Leitungen von denselben zu erreichen. Die Schraube an der Axe des Schalenkreuzes greift in ein Rad von 20 Zähnen. An der Welle *w* dieses Rades (Fig. 2) ist ein Messingkontakt *k* von 90° Erstreckung angebracht, während die anderen 270° durch eine Isolirröhre von Steinnuss ausgefüllt werden. Zwei Messingfedern *ff*, welche an einem Würfel *e* aus Elfenbein befestigt sind, stehen dem erwähnten Kranz gegenüber und schleifen beständig daran. So wird jede dieser Federn während fünf Umdrehungen Kontakt geben, während der anderen 15 Umdrehungen aber isolirt sein. Da zwei Federn angewandt sind, giebt der Apparat fünf Umdrehungen Kontakt, fünf weitere Unterbrechungen, dann folgen fünf Umdrehungen Kontakt an der anderen Feder, dann wieder Unterbrechung und so fort. Die Drähte *ab* von den beiden Federn führen über die gleichbenannten Klemmen nach Elektromagneten E_1 E_2 (Fig. 3), zwischen deren Polen ein die Anker tragender Hebel *J* spielt.

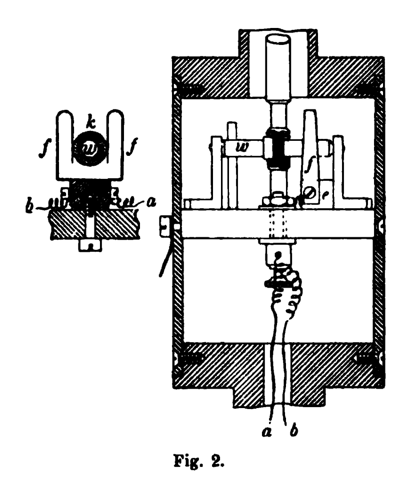


Fig. 2.

Der Hebel wird durch eine Feder *i* an seiner in eine Schneide endenden Stirnseite stets an einen der Elektromagnete angedrückt. Zwei Federn *cc* stehen ihm rechts und links gegenüber, derart, dass diejenige stets Kontakt giebt, die auf der Seite des Elektromagneten steht, an welchem der Hebel anliegt, die andere unterbrochen ist. In der Mittelstellung des Hebels liegen beide Federn an. Jede dieser Federn ist mit dem einen Ende der Umwindung des Elektromagneten auf der anderen Seite verbunden. Die anderen Enden beider Elektromagnete führen über die Klemmen *a* und *b* zu den Kontaktfedern im Schalenkreuz. Die Axe des Hebels wird durch die Klemme *d* nach dem einen Pol der Batterie geleitet. Der andere Pol ist an Erde gelegt, ebenso auch die Welle mit dem Viertelkreiskontakt im Schalenkreuzapparat. So wie in demselben eine Feder Kontakt giebt, legt sich der Hebel an den Elektromagneten, der mit dieser Feder in Verbindung steht; es wird aber hierbei sofort die Leitung unterbrochen, da dieselbe durch die Feder auf der anderen Seite geht, welche beim Anlegen des Hebels an den Magneten ausser Berührung kommt. Der Hebel bleibt nun liegen, bis im Schalenkreuz Kontakt mit der anderen Feder kommt, wobei er sofort sich an den anderen Elektromagneten anlegt, damit aber diese neue Leitung unterbrochen wird. Jede dieser Bewegungen wird durch einen Schlag an eine der passend abgestimmten Glocken *K* markirt. Durch diese Vorrichtung werden Unterbrechungsfunken im Schalenapparat unmöglich gemacht, da durch Umlegen des Hebels unten längst die Leitung unterbrochen wurde, ehe das Schalenkreuz fünf Umdrehungen machen kann. Ebenso wird die Abnutzung der Batterie, die stets

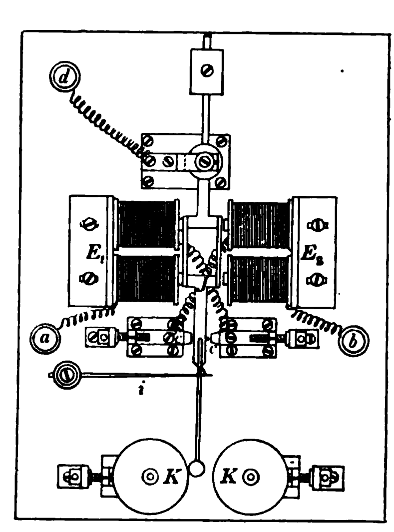


Fig. 3.

nur Bruchtheile einer Sekunde geschlossen bleiben kann, vermieden werden. Bei dieser Anordnung ist der Apparat aber nur zur Arbeit in kurzen Zeiträumen geeignet. Er wird zu einem jeden Beobachtungsmoment in Gang gesetzt und es wird die Zahl der Glockenschläge in einer bestimmten Zeit (jetzt während des Ablaufens einer Sanduhr, welche am Einschalter befestigt ist) gezählt und daraus die Windstärke während dieses Beobachtungstermins abgeleitet. Bei den gewählten Dimensionen können auch bei dem stärksten Sturm in der Sekunde nicht mehr als höchstens zwei Schläge ertönen; sie werden also, namentlich wenn man dann nur Doppelschläge beachtet, stets zählbar sein. Bei dem stärksten bisher beobachteten Wind schlugen die Glocken in 180 Sekunden 145 Mal an, das Schalenkreuz machte in einer Sekunde also acht Umdrehungen. Der Apparat wird sich sehr leicht zu Registrirungen einrichten lassen; man wird die bei den Hipp'schen Registrirapparaten gebräuchliche Art anwenden können. Allerdings wird man gewisse leicht ersichtliche Mängel der jetzigen Einrichtung, namentlich die starke Funkenbildung und deren Einwirkung auch auf Platinkontakte abzuändern haben. Erwähnen will ich noch, dass der Zustand des Instrumentes sich leicht durch den Weinhold'schen Blitzableiterprüfungsapparat bei schwachem Wind untersuchen lässt, ohne das Dach des Gebäudes besteigen zu müssen. Stellt man den Knopf auf ∞ und klemmt die beiden Drähte in die eine, Erdleitung in die andere Klemme für den zu bestimmenden Widerstand, so ertönt während voller fünf Umdrehungen das Telephon und schweigt wieder während fünf Umdrehungen, wenn die Kontakte in Ordnung sind. Klemmt man die beiden Zuleitungsdrähte in die beiden schon erwähnten Klemmen des Prüfungsapparates ein, so lässt sich hierdurch die Isolation der zwei Federn mit deren Ableitung im Schalenkreuz prüfen; der Widerstand muss in jeder Stellung des Zahnrades oben unendlich gross sein. Auch die Uebergangswiderstände können kontrolirt werden. Ich fand dieselben vor Aufstellung des Apparates auf dem Dach zu 0,3 *Ohm* bei jeder Kontaktfeder. Jede Drahtleitung hat 5 *Ohm*, die Erdleitung aber etwa 25 *Ohm*. Bei ziemlich rascher Drehung des Schalenkreuzes konnte ich konstatiren, dass der Gesammtwiderstand zwischen 30 und 40 *Ohm* liegt. Würde man einen fast windstillen Tag oder einen anderen rascher wirkenden Widerstandsmesser ausgewählt haben, so würden sich diese Messungen viel schärfer haben ausführen lassen. Die Möglichkeit der beständigen Kontrole des elektrischen Theiles des Apparates erachte ich als einen nicht zu unterschätzenden Vortheil. Die Funktion des eigentlichen Stärkemessers lässt sich ja durch ein Kontrolinstrument jederzeit prüfen.

IV. Der Barograph und der Thermograph der Gebrüder Richard in Paris. Der Barograph steht hier in ungeheiztem Raum in einer doppelten Umhüllung. Der Thermograph ist im Jalousienkasten unmittelbar neben dem Thermometer aufgestellt, dessen Angaben als maassgebend betrachtet werden. In der Zeit von 8^h früh bis 8^h Abends finden stündlich direkte Ablesungen des Luftdruckes (Barometer Wild-Fuess) und der Temperatur statt und dies giebt hinreichendes Material zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Registririnstrumente und Interpolation der Nachtwerthe. Die Einrichtung der Instrumente kann als bekannt vorausgesetzt werden. Die Untersuchung hat sich nach zwei Richtungen hin zu erstrecken. Zuerst muss ermittelt werden, ob die von den Fabrikanten gelieferten Streifen richtig getheilt sind. Die Streifen für den Barographen haben genau Millimetertheilung, während die für den Thermographen als Bewegung der Schreibfeder bei 1° C. Temperaturänderung 1,5 *mm* voraussetzen. Zur Untersuchung in dieser Hinsicht bilden wir einfach von jedem Tag die Differenzen der am meisten verschie-

denen Ordinaten und dazugehörigen direkten Beobachtungen des Druckes und der Temperatur der Luft. Sind die Theilungen richtig, so müssen die Ordinatendifferenzen mit den direkten Beobachtungen innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmen. Aus einer Anzahl von Monaten wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate Korrektionsfaktoren hergeleitet und man erhielt wirklich Werthe, die wesentlich von 1 verschieden waren. Wenn man jedoch die Reduktion nach der Annahme $a = 1$ und $a \gtrless 1$ (a = Korrektionsfaktor) vornahm, so erhielt man so übereinstimmende mittlere Fehler für eine Beobachtung, dass man die Theilung der Streifen als richtig ansehen kann und die Abweichungen den Reibungswiderständen, sonstigen Unvollkommenheiten im Mechanismus, Fehlern in der Ablesung der Ordinaten und der Vergleichsinstrumente zuschreiben muss. Es zeigt sich auch, dass die grössten Fehler nicht bei den grössten Ordinatendifferenzen liegen, sondern mindestens ebenso oft bei nur geringen Schwankungen auftreten, also in der fehlerhaften Theilung der Streifen nicht gesucht werden können. Aus den 13 direkten Beobachtungen und den zugehörigen Ordinaten eines Tages bilden wir nun weiter die Differenzen und sehen das Mittel als die Korrektion dieses Tages an. Die Abweichungen der einzelnen Differenzen vom Mittel geben ein Maass der Zuverlässigkeit der Registrirapparate und auch der direkten Beobachtungen. Ich lasse von jedem Tag die durchschnittlichen Fehler auf die einfachste Weise bilden. Nähere Angaben enthält mein Bericht; ich führe nur hier an, dass die bedeutende Aenderung in der Korrektion des Barographen auch bei unserem Exemplar konstatirt werden konnte. Vom Juni 1886 bis Ende 1887 hat sich die Korrektion des Barographen um 21 *mm* geändert. Der Anstieg dauerte, wenn auch wesentlich geringer, auch im Jahre 1888 fort.

Die aus dreizehn Vergleichsbeobachtungen je eines Tages hergeleiteten durchschnittlichen Abweichungen der direkten Beobachtung von der Registrirung hatten folgende Vertheilung:

Durchschnittliche Abweichung zwischen:	0,00 u. 0,10;	0,11 u. 0,20;	0,21 u. 0,30;	0,31 u. darüber.
	Barograph (Fehler in Millimetern):			
1887	48,0%	48,2%	3,8%	—
1888	48,8	48,6	2,6	—
	Thermograph (Fehler in Centesimalgraden):			
1887	34,7	52,5	8,2	4,9
1888	44,1	49,7	6,1	0,1

In beiden Jahren waren 90% der durchschnittlichen Fehler beim Barographen kleiner als ± 0,15 *mm*, beim Thermographen ebensoviel kleiner als ± 0,2°.

Nimmt man an, dass die Ursachen in derselben Höhe der direkten Beobachtung wie der Registrirung zugeschrieben werden können, so würde der Genauigkeitsgrad, womit Barometerstand wie Temperatur sich durch die in Rede stehenden Registririnstrumente ergeben, höchstens ± 0,11 *mm* bezw. ± 0,14° C. betragen. Die grössere Unsicherheit beim Thermographen ist wohl der Schwierigkeit, nachträglich genau die zu den direkten Ablesungen gehörigen Ordinatenpunkte zu finden, zuzuschreiben.

V. Das Barometer Wild-Fuess. Je mehr man mit den trefflichen Instrumenten nach dem System Wild-Fuess arbeitet, um so lieber werden sie dem Beobachter und um so mehr lernt er dieselben schätzen. Man erkennt, dass alle

die Maassnahmen, welche zur Erzielung genauer Resultate ergriffen werden können, auch getroffen werden müssen, da das Instrument sich aller Sorgfalt würdig erweist, die man auf seine Handhabung verwendet. Zu solchen Maassnahmen gehören vor Allem Messungen der Kuppenhöhen, die recht nöthig sind und bei deren Vernachlässigung alle Sorgfalt des Mechanikers bei der Herstellung des Instrumentes überflüssig wird. Bei einem Stationsbarometer, welches ruhig hängt und stets einer gleichmässigen Behandlung unterworfen wird, kann man annehmen, dass Aenderungen in den Kuppenformen nach und nach in gleicher Weise vor sich gehen; man wird sich demnach namentlich bei älteren Instrumenten mit einigen Messungen der Kuppenhöhen im Jahre begnügen können und etwaige hierbei als nöthig gefundene Aenderungen in der Korrektion der Zeit proportional vertheilen müssen. Anders ist dies bei den Reiseinstrumenten bei Vergleichung derselben mit den Stationsbarometern. Hier sollte jede Messung des Barometerstandes mit Messung der Kuppenhöhen verbunden sein, da nur hierdurch einwurfsfreie Resultate erzielt werden können. Wie nothwendig dies ist, habe ich so recht bei meiner letzten Inspektionsreise gesehen. Vor derselben hatte ich den offenen Schenkel des Reisebarometers sauber geputzt und fand in Folge dessen nur geringe Kapillaritätskorrektionen. Während der Vergleichungen wurden aber durch beim Auspacken des Instrumentes vom Gefäss aufsteigende Luftblasen Oxydmassen in die Röhre geschleudert und trübten die Durchsichtigkeit des Rohres bis über den Nullpunkt der Theilung. Sofort erreichte die Höhe der unteren Kuppe bedeutende Werthe und stellte sich eine Aenderung in der Kapillaritätskorrektion von nahe 0,2 *mm* ein. Aber auch ohne diese auffallende Einwirkung konnte später eine langsam von der Zeit des Putzens der unteren Schenkel an beginnende Aenderung in der Korrektion des Barometers konstatirt werden. Ich habe, hauptsächlich durch die Ausführungen des Herrn Dr. Pernet[1]) veranlasst, sowohl für unser Stationsbarometer, als auch das Reiseinstrument Apparate zur Kuppenhöhenmessung hergestellt. Dieselben haben den verschiedenen Bestimmungen der Instrumente entsprechende Einrichtungen.

Bei dem Apparat für das Stationsbarometer (Fig. 4) ist bloss eine Zunge *z* vorhanden, welche sich an die Röhre anlegt, an einer Feder mittels Charnier angesetzt ist und durch eine gegen diese Feder wirkende Schraube *s* auf die Basis der Kuppe gestellt wird. Die Messung geschieht hier durch den unteren Rand des verstellbaren Visirs, welches den Nonius trägt. Man stellt denselben auf den Scheitel der Kuppe ein, die Schneide aber auf die Basis. Nun liest man den Nonius ab, schraubt die Kuppe zurück und senkt das Visir bis zur Höhe der Schneide. Die Differenz der Noniusangaben stellt die Kuppenhöhe dar.

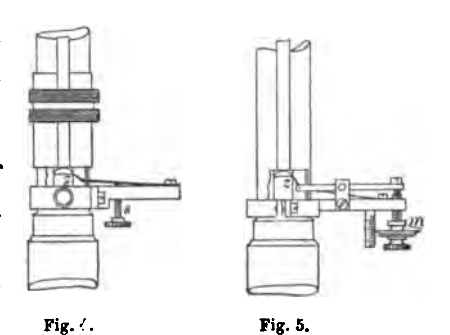


Fig. 4. Fig. 5.

Bei dem Apparat für das Reiseinstrument (Fig. 5) dagegen wird die Kuppenhöhe durch die Zahl der Umdrehungen einer Mikrometerschraube *m* bestimmt. Hier sind auch zwei Mikrometer nöthig. Das eine wird am verstellbaren Visir befestigt und nimmt an allen Bewegungen desselben Theil; das andere sitzt in der Nähe des unteren Visirs; beide haben aber sonst gleiche Einrichtung. Die Messung besteht hier darin, dass man die Zunge *z* auf die Basis der Kuppe einstellt, die

---

[1]) *Diese Zeitschr. 1886. S. 377.*

Stellung der Schraube *m* abliest und diese Ablesung von dem konstanten Werth abzieht, den man nach Emporschrauben der Zunge bis zur Visirebene erhalten hat. Es genügt, diese Ablesung von Zeit zu Zeit zu kontroliren. Die Barometerbeobachtung gestaltet sich dann so: Man stellt erst die untere Kuppe auf das Visir und schraubt die Zunge des unteren Mikrometers auf die Basis. Dann stellt man das obere Visir und gleich damit das daran befindliche Mikrometer ein. Zu notiren hat man dann die Temperatur des Barometers, die Ablesung am Nonius und die beiden Ablesungen an den Schraubenköpfen. Daran gewöhnt man sich so bald, dass eine Messung kaum mehr Zeit in Anspruch nimmt als bei Vernachlässigung der Kuppenhöhen. Wie weit der Pensky'sche Apparat einfacher und bequemer ist, kann ich nicht beurtheilen, da in den Schriften der Kaiserl. Normalaichungskommission, worin dieser Apparat erwähnt ist, keinerlei nähere Angaben über Konstruktionsdetails enthalten sind. Ich habe in meinem Bericht die Theorie des Mikrometers entwickelt und nachgewiesen, dass man mit hinlänglicher Genauigkeit die Kuppenhöhe als das Produkt einer Konstanten mit der Zahl der Schraubenumgänge betrachten kann. Die Konstanten für die beiden Mikrometer lassen sich am Instrument jederzeit bestimmen; es sind hierzu nur einige passend angebrachte Striche am Glasrohr des Barometers nöthig. Ich habe bei einer nahezu sechswöchentlichen Reise an 13 Orten ausführliche Vergleichungen unter Verwendung der Kuppenmikrometer ausgeführt und dabei für jede Aenderung in der Stellung des unteren Visirs am Reisebarometer die Konstanten der Mikrometer bestimmt, da es als möglich angesehen werden musste, dass die mit weicher Zwischenlage (um das Barometer nicht zu beschädigen) angesetzten Mikrometer nach jedem Abnehmen und Ansetzen andere Werthe der Konstanten zeigen könnten. Es hat sich aber ergeben, dass die Faktoren innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler in 38 Fällen übereinstimmende Werthe lieferten.

Es möge hier noch ein Punkt Erwähnung finden. Bekanntlich besteht ein Hauptvortheil der von Fuess dem Barometer gegebenen Einrichtung darin, dass die richtige Stellung des unteren Visirs jederzeit kontrolirt werden kann, wodurch man mit dem kathetometrischen Apparate am Barometer absolute Messungen der Kuppenabstände erhält. In seiner Instruktion schreibt Herr Fuess das folgende Verfahren vor. Man soll zuerst die untere Kuppe auf das Nullvisir einstellen, dann dasselbe etwas aufrücken und das Noniusvisir auf die in möglichst unveränderter Stellung gehaltene untere Kuppe einstellen. Stand das Nullvisir vorher richtig, so muss jetzt der Nonius genau 0,00 zeigen. Jede Abweichung hiervon ergiebt eine Korrektion für das Barometer. Ich kann dieses Verfahren nicht recht praktisch finden. Da man das Nullvisir hierbei verstellen muss und kein Nonius an demselben ist, durch den man genau nachher die Stellung wiederfinden könnte, kann man die Kontrolbestimmung erst am Ende einer Messungsreihe ohne Wiederholung derselben vornehmen. Hauptsächlich aber muss man stets befürchten, dass bei der Verstellung des Nullvisirs eine Aenderung in der Stellung des Gipfelpunktes der Kuppe eintritt, was thatsächlich leicht stattzufinden scheint.

Ich wende deshalb das folgende Verfahren an. Das Nullvisir wird möglichst genau eingestellt und bleibt dort stehen. Das Noniusvisir stellt man so darüber, dass der Nullpunkt des Nonius mit dem der Theilung an der Röhre zusammenfällt. Nun stellt man die untere Kuppe ein. Stehen beide Visire gleich hoch, so wird nach leichtem Aufwärtsschrauben des Noniusvisirs die Kuppe noch einspielen. Zeigt sich jetzt, dass die Kuppe etwas zu tief steht, so steht das Nullvisir zu hoch. Es wird dann das Noniusvisir auf $+0{,}05\,mm$ gestellt, dieselbe Probe gemacht und

so fortgefahren, bis nach dem Aufwärtsschrauben des Noniusvisirs die Kuppe noch einspielt. Die letzte Einstellung des Nonius ergiebt die Nullpunktskorrektion.

Wenn beim Aufschrauben des Noniusvisirs von der Einstellung 0,00 die Kuppe noch einspielt, so kann immer noch das Nullvisir zu tief liegen. Dies wird dadurch ermittelt, dass jetzt das Noniusvisir auf — 0,05 *mm* eingestellt wird. Zeigt sich nach dem Anschrauben eine Lichtlinie, so steht das Nullvisir richtig. Wird aber die Nullvisirebene immer noch berührt, so stellt man das Noniusvisir auf — 0,10 *mm* und fährt so lange fort, bis die Lichtlinie erscheint. Das Verfahren lässt sich rasch ausführen und gestattet zur Erreichung möglichster Sicherheit beliebige Wiederholung.

Chemnitz, am 25. Januar 1889.

Ueber Methoden zur galvanischen Kalibrirung von Drähten.

Von

Friedrich Heerwagen, Assistent am physikal. Kabinet d. Univ. Dorpat.

Zur Ausführung exakter Widerstandsbestimmungen nach der Wheatstone-Kirchhoff'schen Methode muss man die Korrektionen kennen, welche zu den Ablesungen am Messdrahte hinzuzufügen sind. Diese Korrektionen sind zum Theil durch ungleiches Kaliber des Messdrahtes und durch eventuelle Theilungsfehler des Maassstabes veranlasst, zum Theil rühren sie daher, dass die Verzweigung nicht genau bei den Theilstrichen 0 und 1000 stattfindet — wenn wir der Einfachheit halber diese Gesammtlänge des Drahtes voraussetzen. Von den bisher zur Ermittlung der Korrektionen vorgeschlagenen Methoden ist die von Strouhal und Barus[1]) herrührende wohl die einfachste, und, wie mir scheint, wird sie auch am meisten angewandt. Die Methode von Braun[2]) ist gewiss jeder anderen vorzuziehen, wenn man aus einem längeren Drahte ein geeignetes Stück heraussuchen will; zur Ermittlung der Korrektionen eines gegebenen Messdrahtes dürfte sie sich aber weniger eignen.

Es soll nun im Folgenden gezeigt werden:

1. dass die Kalibrirung nach Strouhal und Barus zufolge eintretender Fehlersummation nur bei mehrfacher Wiederholung ausreichend genaue Mittelwerthe für die Korrektionen ergiebt;

2. dass mit denselben Hilfsmitteln, welche die erwähnte Methode erfordert, bei derselben Anzahl von Ablesungen, sich durch ein anderes Verfahren eine grössere Genauigkeit erreichen lässt;

3. soll eine neue Methode zur Ermittlung der Korrektionen angegeben werden, welche, völlig frei von Fehlersummation, allen Ansprüchen an Genauigkeit Genüge zu leisten vermag, ohne dabei bei gleichen Hilfsmitteln an Einfachheit der Ausführung zu verlieren;

4. und 5. sollen noch einige Bemerkungen über Erweiterung der Methode und über zweckmässe Anordnung der Beobachtungen folgen.

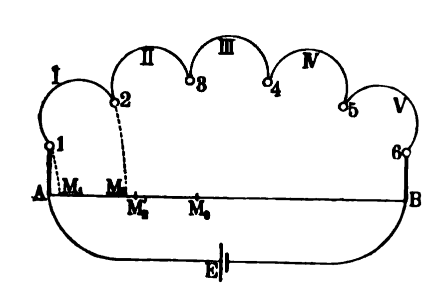
1.

Soll ein Draht in n Abschnitten kalibrirt werden, so setzt das Verfahren von Strouhal und Barus n Hilfswiderstände voraus, welche einander nahezu gleich sein sollen. Dieselben werden mit Hilfe von Quecksilbernäpfchen 1 bis 6 hinter-

---

[1]) Strouhal und Barus, *Wied. Ann.* **10.** *S. 326. 1880.* — [2]) F. Braun, *Centralz. f. Opt. u. Mech.* **4.** *S. 134. 1883. Beibl.* **7.** *S. 776. 1883.*

einandergeschaltet (vgl. die Figur, welche eine Wiedergabe der Figur von Strouhal und Barus ist), die Galvanometerleitung wird zuerst in 1, dann in 2 angebracht: M_1 und M_2 seien die Stellungen des Kontaktes auf dem Messdrahte AB, bei welchen der Strom in der Brücke verschwindet. Die Differenz beider Ablesungen, a_1, ist dann die dem Widerstande w_1 äquivalente Drahtlänge. Durch Vertauschung wird nun w_1 nach und nach in die Stellungen II, III, u. s. w. gebracht, die Galvanometerleitung rückt ebenfalls vor, und man erhält an den verschiedenen Stellen des Drahtes die dem Widerstande w_1 äquivalenten Längen $a_1 (= M_2 - M_1)$, $a_2 (= M_3 - M'_2)$, ... a_n. Das Verfahren steht also in vollkommener Analogie mit der Gay-Lussac'schen Methode der Thermometerkalibrirung. Die Berechnung geschieht auch in der gleichen Weise. Die mittlere äquivalente Länge ist



$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad a' = \frac{\Sigma a}{n}.$$

Dann sind die Kaliberfehler der Theilstrecken des Drahtes (Gesammtlänge $= l$):

	Von 0 bis $^1/_n\, l$	$a' - a_1$
	„ $^1/_n\, l$ „ $^2/_n\, l$	$a' - a_2$
	. . . . . .	. . .
	. . . . . .	. . .
2)	von $\frac{m-1}{n} l$ bis $\frac{m}{n} l$	$a' - a_m$ u. s. w.

Daher durch Summation:

Bei $^1/_n\, l$: Korrektion $c_1 = a' - a_1$

„ $^2/_n\, l$: „ $c_2 = 2\,a' - a_1 - a_2$

. . . .

. . . .

$$3) \ldots\ldots \text{ bei } \frac{m}{n} l\text{: Korrektion } c_m = m\,a' - \sum_1^m a \quad \text{u. s. w.}$$

Um nun den wahrscheinlichen Fehler irgend einer Korrektion c_m zu berechnen, müssen wir die Fehler der gemessenen Grössen $a_1, a_2, \ldots a_n$ kennen. Man wird wohl immer ein Galvanometer von solcher Empfindlichkeit verwenden können, dass für die Bestimmungen der Aequivalentlängen nur die Ablesungsfehler an der Theilung des Messdrahtes in Betracht kommen. Diese sind an jeder Stelle der Theilung gleich, und es sei der wahrscheinliche Fehler einer Ablesung $= \pm\, \varepsilon$. Dann ist der wahrscheinliche Fehler einer Aequivalentlänge $= \pm\, \varepsilon \sqrt{2}$. Für Summen und Differenzen unabhängig gemessener Grössen gilt der Satz, dass der wahrscheinliche Fehler derselben gleich der Quadratwurzel aus der Summe der Fehlerquadrate der Summanden ist. Aus 3) und 1) erhält man:

$$4) \ldots\ldots\ldots \quad c_m = \frac{1}{n}\left(-(n-m)\sum_1^m a + m \sum_{m+1}^n a\right).$$

Daraus folgt der wahrscheinliche Fehler dieser Korrektion:

$$F_m = \pm \frac{\varepsilon\sqrt{2}}{n}\sqrt{(n-m)^2\, m + m^2\,(n-m)}$$

$$5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad F_m = \pm\, \varepsilon \sqrt{\frac{2\,(n-m)\,m}{n}}\,.$$

Auf der halben Länge des Drahtes erreicht der Fehler der Korrektion sein Maximum mit dem Werthe $\pm\,\varepsilon\sqrt{n/2}$.

Ein wenig günstiger gestalten sich die Fehlerverhältnisse, wenn man eine kleine Veränderung an dem ursprünglichen Verfahren von Strouhal und Barus eintreten lässt. Man verbinde die Enden des Messdrahtes bleibend mit Quecksilbernäpfen, eine Einrichtung, welche ohnehin für genaue Messungen zweckdienlich ist und bei den meisten Messbrücken vorhanden sein wird. Von diesen Näpfen lasse man die zum Elemente führenden Drähte und die Hilfswiderstände ausgehen. Bei der Bestimmung von a_1 und a_n können jetzt die erste und die letzte Ablesung fortgelassen und dafür 0 und 1000 gesetzt werden, wenn die Theilung unter dem Drahte nach diesem Verhältnisse beziffert ist. Führt man sonst Beobachtung und Rechnung ganz nach dem vorigen Schema durch, so erhält man offenbar die vollständigen Korrektionen, welche Kaliberfehler und Korrektion wegen ungenauer Drahtlänge und wegen der Leitungen von A und B zu den Quecksilbernäpfen zusammen enthalten. Da jetzt a_1 und a_n nur von je einer Ablesung abhängen, so ist ihr wahrscheinlicher Fehler $= \pm\,\varepsilon$, und es wird in diesem Falle:

$$6) \quad \ldots\ldots \quad F_m = \pm\,\varepsilon\sqrt{\frac{2\,(n-m)\,m}{n} - \frac{(n-m)^2 + m^2}{n^2}}$$

$$F_m = \pm\,\varepsilon\sqrt{\frac{2\,(n-m)\,m}{n} - \left(1 - \frac{2\,(n-m)\,m}{n^2}\right)}\,.$$

In der Mitte des Drahtes wird jetzt der Fehler $= \pm\,\varepsilon\sqrt{(n-1)/2}$. Für $n = 10$ giebt Gleichung 6) als Fehler der Korrektionen bei:

$m =$	1 u. 9	2 u. 8	3 u. 7	4 u. 6	5
$F = \pm\,\varepsilon$	$\{\sqrt{0{,}98} = 0{,}99;$	$\sqrt{2{,}52} = 1{,}59;$	$\sqrt{3{,}62} = 1{,}90;$	$\sqrt{4{,}28} = 2{,}07;$	$\sqrt{4{,}5} = 2{,}12.\}$

Man muss aber für die Korrektionen mindestens dieselbe Genauigkeit verlangen, welche bei späteren Widerstandsbestimmungen durch eine Ablesung erreichbar ist. Folglich giebt erst eine Wiederholung der Kalibrirung von $n/2$, bezw. $(n-1)/2$ Malen Mittelzahlen von ausreichender Genauigkeit. Dazu gehören in unserem Falle $5 \,.\, 18 = 90$ Ablesungen.

Strouhal und Barus machen zwar darauf aufmerksam, dass auf Grundlage ihres Principes jede beliebige zur Korrektion der Thermometer erdachte Methode auf die Kalibrirung von Drähten übertragbar erscheine. Doch hat man meines Wissens sich bisher noch immer mit der Gay-Lussac'schen Methode begnügt. Eine Kalibrirung etwa nach Hällström auszuführen würde auch kaum rathsam erscheinen, da bei der grösseren Zahl von Ablesungen, welche dann zu einer zusammenhängenden Reihe gehören, Temperaturschwankungen leicht störende Fehler hervorrufen können.

Die Rudberg'sche Methode der Thermometerkalibrirung ist von Giese[1]) zur Bestimmung der Korrektionen eines Messdrahtes verwandt worden. Bei dieser Methode findet ebenfalls eine Summation der Fehler statt, wenn auch in anderer Weise, als bei Gay-Lussac. Da zudem Giese's Verfahren in der Einfachheit der Hilfsmittel und in der Ausführung wesentlich hinter jenem von Strouhal und Barus zurücksteht, so kann hier ein näheres Eingehen auf dasselbe unterbleiben.[2])

2.

Strouhal und Barus wollten durch ihr Verfahren die Kalibrirung von der Voraussetzung genau regulirter Hilfswiderstände unabhängig machen. Dasselbe erreicht man auch auf folgendem Wege: n nahe gleiche Widerstände $w_1, w_2, \ldots\ldots w_n$ seien gegeben. Man setze $w_n = 1$, und bestimme den Werth der übrigen Stücke mit Hilfe des zu kalibrirenden Messdrahtes. Dazu braucht man die Korrektion in der Mitte des Drahtes. Diese wird gefunden, indem man eine zweite Ablesung mit w_1 ausführt, unter Vertauschung von w_1 und w_n in ihren gegenseitigen Lagen. Das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen giebt offenbar den wahren Halbirungspunkt des Drahtes. Dann schalte man die Widerstände hintereinander, wie in der Figur, bringe die Galvanometerleitung der Reihe nach in die Näpfe 2, 3, ... u. s. w., und lese die zugehörigen Einstellungen des Kontaktes ab. Die Differenz der beobachteten Einstellungen gegen die aus den Widerständen berechneten giebt den Betrag der Korrektionen.

Zur Ausführung ist folgendes zu bemerken. Bei allen Kalibrirungen thut man gut, die Hilfswiderstände aus starkem Drahte herzustellen. Ich habe meterlange Stücke von 1 *mm* dickem Nickelindrahte benutzt, welche zu bifilaren Spiralen gewickelt waren. Die Enden waren mit sorgfältig amalgamirten Kupferstiften von 6 *mm* Durchmesser fest verschraubt. Sind nun w_1 und w_n mit den Quecksilbernäpfen des Messdrahtes verbunden, so können die freien Enden nicht mehr in denselben Napf tauchen. Man verbinde also zwei Näpfe mit einem möglichst starken Kupferdrahte, und stelle in diese die Enden der Widerstände. Um den verbindenden Draht K nicht in Rechnung ziehen zu müssen, kürzen wir den Draht w_n ein wenig (1 *mm* Cu von 2 *mm* Dicke = 16 *mm* Nickelin von 1 *mm*), und betrachten nun $K + w_n$ als w_n. Hernach, wenn die Widerstände hintereinander geschaltet werden, bleibt natürlich K ebenso bei w_n. Die Rechnung kann ganz analog derjenigen von Strouhal und Barus geführt werden. Bezeichnet γ die Korrektion in der Mitte des Drahtes, und sind $a_1, a_2, \ldots$ u. s. w. die Ablesungen, welche bei der Vergleichung der Widerstände gemacht wurden, so bestehen die Gleichungen:

$$w_1 = w_n \frac{a_1 + \gamma}{l - a_1 - \gamma} \qquad w_n = w_1 \frac{a_n + \gamma}{l - a_n - \gamma}$$

$$w_2 = w_n \frac{a_2 + \gamma}{l - a_2 - \gamma}$$

$$7) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$w_{n-1} = w_n \frac{a_{n-1} + \gamma}{l - a_{n-1} - \gamma}.$$

Daraus erhält man zunächst:

$$8) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \gamma = \frac{l}{2} - \frac{a_1 + a_n}{2}.$$

[1]) Giese, *Wied. Ann.* ***11.*** *S. 443. 1880.* — [2]) Ueber das Verfahren von Benoît vergl. den Nachtrag.

Schreiben wir die Nenner in 7): $^1/_2 + (^1/_2 - a - \gamma)$, so ist $(^1/_2 - a - \gamma)$ stets sehr klein gegen $^1/_2$, und man erhält, unter Vernachlässigung höherer Potenzen:

$$
9) \quad
\begin{aligned}
w_1 &= \frac{w_n}{l}(4a_1 + 4\gamma - l) \\
w_2 &= \frac{w_n}{l}(4a_2 + 4\gamma - l) \\
&\cdots\cdots\cdots \\
w_{n-1} &= \frac{w_n}{l}(4a_{n-1} + 4\gamma - l) \\
w_n &= \frac{w_n}{l}\Big(2(a_1 + a_n) + 4\gamma - l\Big)
\end{aligned}
$$

$lw_m/\Sigma w$ ist die berechnete Aequivalentlänge für w_m bei Hintereinanderschaltung der Widerstände. Dieselbe ist nahe $^1/_n$ der Gesammtlänge, so dass wir setzen können:

$$10) \ldots l\frac{w_m}{\Sigma w} = \frac{l}{n} + \delta_m,$$

$$\delta_m = \frac{1}{n}\left(4a_m + 4\gamma - l - \frac{\Sigma(4a + 4\gamma - l)}{n}\right),$$

wo für a_n zu setzen ist $(a_1 + a_n)/_2$. Daraus folgt sofort, dass:

$$11) \ldots\ldots\ldots \delta_m = \frac{4}{n}\left(a_m - \frac{\Sigma a}{n}\right),$$

und die berechneten Einstellungen werden wie bei Strouhal und Barus durch Summation erhalten, als:

$$b_1' = \frac{1}{n}l + \frac{4}{n}\left(a_1 - \frac{\Sigma a}{n}\right)$$

$$b_2' = \frac{2}{n}l + \frac{4}{n}\left(a_1 + a_2 - 2\frac{\Sigma a}{n}\right) \text{ u. s. w.}$$

Hierbei ist immer $(a_1 + a_n)/_2$ für a_n zu setzen. Die wahrscheinlichen Fehler dieser Werthe können jetzt ebenfalls leicht bestimmt werden. Der vollständige Ausdruck für die $m$te Einstellung ist, analog Gleichung 4):

$$b_m' = \frac{m}{n}l + \frac{4}{n^2}\left((n-m)\sum_1^m a - m\sum_{m+1}^{n-1} a - m\frac{a_1 + a_n}{2}\right),$$

$$12) \ldots b_m' = \frac{m}{n}l + \frac{4}{n^2}\left((n - \frac{3}{2}m)a_1 + (n-m)\sum_2^m a - m\sum_{m+1}^{n-1} a - \frac{m}{2}a_n\right).$$

Da für jedes a der wahrscheinliche Fehler $= \pm\varepsilon$ ist, so folgt:

$$(F_m) = \pm\frac{4\varepsilon}{n^2}\sqrt{\left(n - \frac{3}{2}m\right)^2 + (n-m)^2(m-1) + m^2(n-m-1) + \left(\frac{m}{2}\right)^2}$$

$$13) \; (F_m) = \pm\frac{4\varepsilon}{n}\sqrt{\frac{(n-m-1)m}{n} + \frac{m^2}{2n^2}}.$$

Die vollständige Korrektion wird durch Subtraktion der beobachteten Einstellung b von der berechneten b' erhalten; ihr Fehler ist also:

$$14) \ldots F_m = \pm\varepsilon\sqrt{1 + \frac{16}{n^2}\left(\frac{(n-m-1)m}{n} + \frac{m^2}{2n^2}\right)}.$$

Für $n = 10$ werden beispielsweise die Werthe unter dem Wurzelzeichen in 14) für:

$$m = 1 \qquad 2 \qquad 3 \qquad 4 \qquad 5$$
$$F = \sqrt{1{,}1288} = 1{,}06;\ \sqrt{1{,}2272} = 1{,}11;\ \sqrt{1{,}2952} = 1{,}14;\ \sqrt{1{,}3328} = 1{,}15;\ \sqrt{1{,}34} = 1{,}16;$$

$$m = 6 \qquad 7 \qquad 8 \qquad 9$$
$$F = \sqrt{1{,}3168} = 1{,}15;\ \sqrt{1{,}2632} = 1{,}12;\ \sqrt{1{,}1792} = 1{,}09;\ \sqrt{1{,}0648} = 1{,}03.$$

Der grösste Fehler ist demnach $\pm 1{,}15\,\varepsilon$, denn bei $^5/_{10}\,l$ brauchten wir gar keine Beobachtung mehr; bei der Vergleichung der Widerstände fanden wir ja bereits die Korrektion γ mit dem Fehler $\pm\,\varepsilon\sqrt{^1/_2}$ viel genauer. Zur einmaligen Bestimmung der Korrektionen gehören somit ebenfalls 18 Ablesungen, ganz wie bei Strouhal und Barus, doch giebt letzteres Verfahren bei dreimaliger Wiederholung noch nicht so genaue Resultate, wie wir sie hier mit einem Male erhalten. Ich habe unter Benutzung der oben beschriebenen Hilfswiderstände probeweise die Korrektionen für einen 1 *m* langen Messdraht nach dieser Methode bestimmt. Die grösste Differenz zwischen den so erhaltenen Werthen und denjenigen, welche die noch zu beschreibende sehr genaue Methode geliefert hatte, betrug 0,12 *mm*, die durchschnittliche Differenz 0,065 *mm*. Die Kontaktschneide des Rheochords trug einen Nonius, welcher 0,1 *mm* abzulesen gestattete.

Das Princip des neuen Verfahrens, dessen Beschreibung noch erübrigt, wird am besten aus einem Beispiele hervorgehen.

3.

Die Korrektionen eines Messdrahtes sollen in $^1/_{10}$, $^2/_{10}$ . . . u. s. w. seiner Länge ermittelt werden. Dazu werden 10 nahe gleiche Widerstände mit Hilfe von Quecksilbernäpfen hintereinandergeschaltet. In den ersten Verbindungsnapf kommt die Galvanometerleitung, man liest die zugehörige Einstellung des Kontaktes ab; dann vertauscht man w_1 mit w_2 und liest wieder ab, vertauscht w_2 mit w_3 und liest von neuem ab, u. s. w., alle 10 Widerstände durch. Alsdann rückt die Galvanometerleitung um einen Napf vor und es wird wieder durch systematisches Vertauschen jeder der 10 Widerstände 2 mal in den linken, 8 mal in den rechten Zweig der Brücke gebracht. In analoger Weise geht die Beobachtung an den übrigen Theilpunkten vor sich. Meist wird man einen Verbindungsdraht K nöthig haben: rechnen wir diesen stets zu w_1 hinzu, so wird K bei jeder neuen Beobachtungsreihe um einen Platz vorrücken, und es werden die mit 1 . . . . bis 10 bezeichneten Widerstände bei den einzelnen Ablesungen die folgenden Stellungen einnehmen. Das Zeichen ‖ deutet den Ort an, wo jedesmal die Galvanometerleitung anzubringen ist.

$^1/_{10}\,l$

1		*K*	‖	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	‖	.		1	.	.	.	.	.	.	.	.
3	‖	.		.	2	.	.	.	.	.	.	.
4	‖	.		.	.	3	.	.	.	.	.	.
5	‖	.		.	.	.	4	.	.	.	.	.
6	‖	.		.	.	.	.	5	.	.	.	.
7	‖	.		.	.	.	.	.	6	.	.	.
8	‖	.			.	.	.	.	.	7	.	.
9	‖	.		.	.	.	.	.	.	.	8	.
10	‖	.		.	.	.	.	.	.	.	.	9

$^2/_{10}\,l$

10	1		*K*	‖	2	3	4	5	6	7	8	9
2	.		.	‖	10	.	.	.	.	.	.	.
.	3	‖	.		.	1	.	.	.	.	.	.
4	.	‖	.		.	.	2	.	.	.	.	.
.	5	‖	.		.	.	.	3	.	.	.	.
6	.	‖	.		.	.	.	.	4	.	.	.
.	7	‖	.		.	.	.		.	5	.	.
8	.	‖	.		.	.	.	.	.	.	6	.
.	9	‖	.		.	.	.	.	.	.	.	7
10	.	‖	.		8	.	.	.	.	.	.	.

$^3/_{10}\,l$

10	9	8	‖	*K*		1	2	3	4	5	6	7
1	.	.		.	‖	10	.	.	.	.	.	.
.	2	.		.	‖	.	9	.	.	.	.	.
.	.	3		.	‖	.	.	8	.	.	.	.
4	.	.	‖	.		.	.	.	1	.	.	.
.	5	.	‖	.		.	.	.	.	2	.	.
.	.	6	‖	.		.	.	.	.	.	3	.
7	.	.	‖	.		.	.	.	.	.	.	4
.	10	.	‖	.		5	.	.	.	.	.	.
.	.	9	‖	.		.	6	.	.	.	.	.

$^4/_{10}\, l$

7	10	9	5 ‖	K	6	8	1	2	3	4
6	.	.	. ‖	.	7	.	.	.	.	.
.	8	.	. ‖	.	.	10	.	.	.	.
.	.	1	.	. ‖	.	.	9	.	.	.
.	.	.	2	. ‖	.	.	.	5	.	.
3	.	.	.	. ‖	.	.	.	.	6	.
.	4	.	.	. ‖	.	.	.	.	.	8
.	.	7	. ‖	.	1	.	.	.	.	.
.	.	.	10 ‖	.	.	2	.	.	.	.
9	.	.	. ‖	.	.	.	3	.	.	.

$^5/_{10}\, l$

9	4	7	10	1	K ‖	2	3	5	6	8
2	.	.	.	.	. ‖	9	.	.	.	.
.	3	.	.	.	. ‖	.	4	.	.	.
.	.	5	.	.	. ‖	.	.	7	.	.
.	.	.	6	.	. ‖	.	.	.	10	.
.	.	.	.	8 ‖	.	.	.	.	.	1
9	.	.	.	. ‖	.	2	.	.	.	.
.	4	.	.	. ‖	.	.	3	.	.	.
.	.	7	.	. ‖	.	.	.	5	.	.
.	.	.	10	. ‖	.	.	.	.	6	.

$^6/_{10}\, l$

9	4	7	10	8	2 ‖	K	3	5	6	1
3	.	.	.	.	. ‖	.	9	.	.	.
.	5	.	.	.	. ‖	.	.	4		.
.	.	6	.	.	. ‖	.	.	.	7	.
.	.	.	1	.	.	. ‖	.	.	.	10
.	.	.	.	9	.	. ‖	8	.		.
.	.	.	.	.	4	. ‖	.	2	.	.
7	.	.	.	.	.	. ‖	.	.	3	.
.	10	.	.	.	.	. ‖	.	.	.	5
.	.	8	.	.	.	. ‖	6	.	.	.

$^7/_{10}\, l$

7	10	8	1	9	4	6	K ‖	2	3	5
2	.	.	.	.	.	.	. ‖	7	.	.
.	3	.	.	.	.	.	. ‖	.	10	.
.	.	5	.	.	.	.	. ‖	.	.	8
.	.	.	7	.	.	. ‖	.	1	.	.
.	.	.	.	10	.	. ‖	.	.	9	.
.	.	.	.	.	8	. ‖	.	.	.	4
.	.	.	.	.	.	1	. ‖	6	.	.
9	.	.		.	.	.	. ‖	.	2	.
.	4	.	.	.	.	.	. ‖	.	.	3

$^8/_{10}\, l$

9	4	5	7	10	8	1	6	K ‖	2	3
2	.	.	.	.	.	.	.	. ‖	9	.
.	3	.	.	.	.	.	.	. ‖	.	4
.	.	9	.	.	.	.	.	. ‖	5	.
.	.	.	4	.	.	.	.	. ‖	.	7
.	.	.	.	5	.	.	.	. ‖	10	.
.	.	.	.	.	7	.	.	. ‖	.	8
.	.	.	.	.	.	10	. ‖	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	8 ‖	.	.	6
1	.		.	.	.	.	.	. ‖	2	.

$^9/_{10}\, l$

1	3	9	4	5	7	10	8	2	K ‖	6
6	.	.	.	.	.	.	.	‖	.	1
.	1	.	.	.	.	.	.	.	. ‖	3
.	.	3	.	.	.	.	.	.	. ‖	9
.	.	.	9	.	.	.	.	.	. ‖	4
.	.	.	.	4	.	.	.	.	. ‖	5
.	.	.	.	.	5	.	.	.	. ‖	7
.	.	.	.	.	.	7	.	.	. ‖	10
.	.	.	.	.	.	.	10	.	. ‖	8
.	.	.	.	.	.	.	.	8	. ‖	2

Das Mittel aus den zehn Ablesungen jeder Gruppe giebt offenbar diejenige Einstellung des Kontaktes an, bei welcher derselbe den Draht genau in $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, ... $^9/_{10}$ seines Widerstandes trifft. Die Berechnung jeder Korrektion beschränkt sich also auf eine Mittelbildung aus zehn nahe gleichen Zahlen, und Subtraktion des Mittels von $^1/_{10}\, l$, bzw. $^2/_{10}\, l$, u. s. w. Entsprechend der Anzahl der Ablesungen ist der wahrscheinliche Fehler jeder Korrektion $= \pm \varepsilon \sqrt{^1/_{10}}$. Allgemein ist, wenn in n Abschnitten kalibrirt werden soll, die Gesammtzahl der erforderlichen Ablesungen $= n\,(n - 1)$, der wahrscheinliche Fehler jeder Korrektion aber

$$15) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad F = \pm \varepsilon \sqrt{\frac{1}{n}}.$$

Man bemerke wohl, dass jede Korrektion für sich bestimmt wird, unabhängig von den anderen, dass also nur während einer Beobachtungsreihe, welche aus n nahe bei einander gelegenen Ablesungen besteht, Konstanz der Widerstände erfordert wird. Dies ist ebenfalls ein wesentlicher Vortheil gegenüber der Methode von Strouhal und Barus, welche Konstanz während $2n$, bzw. $(2n - 2)$ Ablesungen voraussetzt. Die Zahl von 90 Ablesungen, welche das angeführte Beispiel im Ganzen erfordert, verliert ihre erschreckende Grösse, wenn wir uns erinnern, dass nach Strouhal und Barus (vgl. S. 167) ebenfalls 90 Ablesungen zur Erreichung nur des geforderten Minimums an Genauigkeit ($F < \varepsilon$) nothwendig wurden. Ich habe für den schon erwähnten Messdraht (1 *m* Platiniridiumdraht von 0,2 *mm* Durchmesser und 6,0 *Ohm* Widerstand) zweimal die Korrektionen nach der soeben erläuterten Methode bestimmt. Das erste Mal hatten die Hilfswiderstände etwa je 1 *Ohm* Widerstand, das zweite Mal, eine Woche später, benutzte ich Widerstände von je 0,5 *Ohm*. Die grösste Differenz der so erhaltenen Korrektionen

betrug 0,04 *mm*; aus den Differenzen konnte in leicht ersichtlicher Weise der Werth von ε abgeleitet werden. Ich fand den mittleren Fehler einer Ablesung $= \pm 0{,}044$ *mm*, woraus der wahrscheinliche Fehler $\varepsilon = \pm 0{,}030$ *mm* folgt. Der Nonius gab Zehntelmillimeter; ich notirte noch die Zwanzigstel. Beobachtungen (aperiodisches Galvanometer von Edelmann) und Ausrechnung der Korrektionen waren jedesmal in weniger als $2^1/_2$ Stunden vollendet.

4.

Ich habe im Vorstehenden meine Methode als direkte Korrektionsmethode entwickelt. In dieser Form ist sie aber nicht immer anwendbar. Man pflegt zu besonderen Zwecken, um die Genauigkeit der Ablesung zu erhöhen, nur einen Theil des Messdrahtes geradlinig auszuspannen. Es sei beispielsweise der Messdraht 10 *m* lang, und nur das Stück von 4,5 bis 5,5 *m* sei geradlinig ausgespannt. Man verlangt die Korrektion von 10 zu 10 *cm*. Eine direkte Bestimmung ist unausführbar; man würde 100 Hilfswiderstände brauchen, und zur Ermittlung jeder Korrektion 100 Ablesungen nöthig haben. Wir untersuchen also das mittlere Stück zunächst allein nach den Vorschriften des vorigen Abschnittes. Wir bestimmen ferner die Korrektionen nahe den Enden des geraden Drahtes mit Hilfe von Widerständen, welche in bekannten Verhältnissen stehen. Nimmt man dazu 1 *Ohm* und 100 bis 200 *Ohm*, letztere aus einem Widerstandskasten, so können die Zuleitungen zu diesem ohne weiteres vernachlässigt werden. Mit ν Ablesungen, bei ν Widerstandsverhältnissen, welche alle ein wenig von einander verschieden sein sollen, erhält man die Korrektion für den mittleren Ort der Ablesungen mit dem wahrscheinlichen Fehler $\pm \varepsilon \sqrt{1/\nu}$. Jetzt erst lassen wir die Verzweigungen von den Enden unseres 10 *m* langen Drahtes ausgehen. Wir schalten 11 nahe gleiche Hilfswiderstände hintereinander, und bestimmen nach den Regeln des vorigen Abschnittes die Punkte, welche den ganzen Draht in $^5/_{11}$ und in $^6/_{11}$ seiner Länge theilen. Der Ort dieser Punkte sollte sein: 45,45 und 954,55 *mm*. Korrigiren wir die Mittel unserer Ablesungen nach der vorhin erhaltenen ersten Korrektionskurve, so werden Differenzen d_1 und d_2 gegen die berechneten Zahlen nachbleiben. Den früheren Korrektionen ist also für jede Ablesung a noch der Betrag $d_1 + {}^{(d_2 - d_1)}/_{909,1}\,(a - 45{,}45)$ zuzufügen. Ebensowohl kann man mit 13 Hilfswiderständen die Punkte $^6/_{13}$ und $^7/_{13}$ bestimmen. Dies gewährt den Vortheil, dass für die berechneten Einstellungen: 115,38 *mm* und 884,62 *mm* die Interpolation aus der ersten Korrektionskurve sicherer wird. Am besten freilich wird man den Gesammtwiderstand des Drahtes so wählen, dass man auf bekannte Punkte kommt, und eine Interpolation ganz fortfällt.

Hat man einen besonders langen Messdraht zu korrigiren, so wird man am zweckmässigsten eine direkte Zehntheilung vornehmen und an diese Halbirungen anschliessen, so dass die Korrektionen von $^1/_{20}$ zu $^1/_{20}$ erhalten werden. Eine Halbirung führt man in folgender Weise aus. Man schalte zunächst zwischen die Verzweigungspunkte hintereinander:

$$W_1 \quad w_1 \quad w_2 \quad W_2\,,$$

wo w_1 und w_2 zwei nahe gleiche Widerstände sein sollen, W_1 und W_2 aber (eventuell mit Hilfe zweier Rheostaten) so gewählt sind, dass der Kontakt auf dem Messdrahte nahe an den Anfang, bzw. an das Ende des zu halbirenden Intervalles zu stehen kommt, wenn die Galvanometerleitung beim Napfe W_1/w_1, bzw. w_2/W_2 angebracht wird[1]). Die beiden Ablesungen in diesen Stellungen seien a_1 und a_2. Geht die

[1]) Also bei Halbirung des Intervalles von $^3/_{10}$ bis $^4/_{10}$: W_1 nahe $= 3\,(w_1 + w_2)$, W_2 nahe gleich $6\,(w_1 + w_2)$.

Galvanometerleitung nach dem Napfe w_1/w_2, so erhalten wir eine Ablesung b_1, vertauschen wir w_1 und w_2, so dass die Anordnung ist:

$$W_1 \; w_2 \; w_1 \; W_2 \, ,$$

so wird die entsprechende Ablesung b_2 sein. Wäre der Draht im halbirten Intervall gleichförmig, so müsste ${}^{(a_1+a_2)}/_2 = {}^{(b_1+b_2)}/_2$ sein. Allgemein aber wird eine Differenz:

$$16) \ldots\ldots\ldots \quad c' = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{b_1 + b_2}{2}$$

vorhanden sein. c' ist eine Korrektion zweiter Ordnung, die Halbirung liefert durch die vier Ablesungen c' mit dem wahrscheinlichen Fehler $= \pm \varepsilon$. Die vollständige Korrektion an der betreffenden Stelle ist:

$$17) \ldots\ldots\ldots \quad c = \frac{c_1 + c_2}{2} + c' \, ,$$

wo c_1 und c_2 die Korrektionen bei a_1 und a_2 bedeuten. Die Formel gestattet leicht, zu beurtheilen, eine wievielmalige Wiederholung der Halbirung nothwendig ist, um c mit der gewünschten Genauigkeit zu erhalten. Bei wiederholter Bestimmung von c' wird man aber gut thun, jedesmal andere w-Stücke zu benutzen. Eine dreimalige Halbirung würde man etwa ausführen: zuerst mit w_1 und w_2, dann mit w_2 und w_3, schliesslich mit w_3 und w_1. Hierdurch erreicht man eine bessere Unabhängigkeit der Einzelbestimmungen von c' von einander. Ebensogut könnten auch W_1 und W_2 um kleine Beträge variirt werden. Ist eine Endstrecke zu halbiren, etwa von 0 ab, so ordnet man:

$$w_1 \; w_2 \; W \quad \text{und} \quad w_2 \; w_1 \; W.$$

Wir erhalten nur eine Ablesung a, welche mit a_0 bezeichnet sei, und es ist die gesuchte Korrektion:

$$18) \ldots\ldots\ldots \quad c = \frac{a_0 + c_0}{2} - \frac{b_1 + b_2}{2} \, .$$

5.

Schliesslich möchte ich noch für alle gewöhnlichen Zwecke den folgenden Weg zur Ermittlung der Korrektionen empfehlen, welcher Kürze mit guter Genauigkeit verbindet.

Die Korrektion für	bestimme man durch	Zahl d. Ables.	W. F.
$^1/_2$	direkte Halbirung, zweimal	$2.2 = 4$	$\pm \varepsilon \sqrt{0{,}25}$
$^1/_3$ $^2/_3$	direkte Dreitheilung	$2.3 = 6$	$\pm \varepsilon \sqrt{0{,}33}$
$^1/_5$ $^2/_5$ $^3/_5$ $^4/_5$	direkte Fünftheilung	$4.5 = 20$	$\pm \varepsilon \sqrt{0{,}20}$
$^1/_{10}$ $^9/_{10}$	Halbirung d. Endstrecken v. d. letzten Fünfteln aus, dreimal	$3.2.3 = 18$	$\pm \varepsilon \sqrt{0{,}30}$ [1]

Statt für $0{,}3\,l$ und $0{,}7\,l$ sind die Korrektionen für $0{,}33\ldots$ und $0{,}66\ldots$ bestimmt,

[1] Das c_0 der Gleichung 18) hat in diesem Falle den wahrsch. Fehler $\pm \varepsilon \sqrt{0{,}20}$. Die Summe $a_0 - b_1 - b_2$ hat w. F. $= \pm \varepsilon \sqrt{3}$; bei dreimaliger Wiederholung aber hat das Mittel nur noch w. F. $= \pm \varepsilon$. Also w. F. von $c = \pm {}^{\varepsilon}/_2 \sqrt{1{,}20} = \pm \varepsilon \sqrt{0{,}30}$.

und man wird meist nach diesen Beobachtungen die Korrektionskurve mit genügender Genauigkeit entwerfen können. Sollen auch die äusseren Zehntel des Drahtes zu Messungen benutzt werden, so ermittelt man noch die Korrektionen nahe den Enden, wie im Abschnitt 4 erläutert ist.

Für die Brauchbarkeit der Resultate physikalischer Maassbestimmungen ist nicht allein die Genauigkeit einzelner Ablesungen maassgebend, als auch besonders die Sorgfalt, welche auf die Bestimmung der auftretenden Korrektionen verwandt worden ist.

Physik. Kabinet der Universität Dorpat, December 1888.

Nachtrag. Nach Einsendung der vorliegenden Abhandlung an die Redaktion dieser Zeitschrift bin ich von letzterer auf ein Kalibrirungsverfahren aufmerksam gemacht worden, welches von Benoît beschrieben worden ist[1]). Benoît überträgt die bei Thermometeruntersuchungen üblichen Methoden in anderer Weise auf das Kalibriren von Drähten, als dies Strouhal und Barus thaten. Es würde zu weit führen, wollte ich hier das ganze, sehr elegante Verfahren wiedergeben. Es genüge die Bemerkung, dass ein zweiter geradlinig ausgespannter Hilfsdraht mit Schleifkontakt erforderlich ist, und dass, entsprechend jedem Quecksilberfaden, welcher bei der Kalibrirung einer Röhre verwendet wird, ein Vergleichswiderstand benutzt wird, welcher nahe den gleichen Widerstand haben muss wie der entsprechende Bruchtheil des zu kalibrirenden Messdrahtes. Benoît benutzt nun diejenige Kalibrirmethode, welche im *Bureau international des Poids et Mesures* zur Untersuchung der Normalthermometer dient. Für den 1 *m* langen Draht werden die Korrektionen an den Punkten 200, 400, 600, 800 *mm* bestimmt. Der Widerstand der ersten Hilfsspule, welcher nahe gleich dem Widerstande von 200 *mm* des Messdrahtes ist, wird mit den Strecken 0-200, 200-400, 400-600, 600-800, 800-1000 des letzteren gemessen, und in Millimeter Drahtlänge erhalten wie die Länge eines Quecksilberfadens im Rohr in Skalentheilen. Dann wird eine Spule von doppeltem Widerstande mit den Strecken 0-400, 200-600, 400-800, 600-1000 gemessen. Die nächste Spule, deren Widerstand dem von 600 *mm* des Messdrahtes gleichkommt, wird mit den Strecken 0-600, 200-800, 400-1000 gemessen, die vierte und letzte Spule endlich mit den Strecken 0-800 und 200-1000. Man erhält aus diesen 14 Messungen ein System von 14 Gleichungen mit 9 Unbekannten, nämlich vier Korrektionen x_{200}, x_{400}, x_{600}, x_{800}, und fünf den benutzten Hilfswiderständen eigenthümliche Konstanten. Die Korrektionen werden nach der Methode der kleinsten Quadrate aus diesen Gleichungen berechnet. Ich habe mir die Mühe genommen, dem Rechnungsschema (die Auflösung der Normalgleichungen erfolgt nach einem von Marek angegebenen vereinfachten Verfahren) folgend, die resultirenden Korrektionen x als Funktionen der 14 Messungen explicite darzustellen. Jede Messung ist eine Differenz zweier Ablesungen, also ist der wahrscheinliche Fehler einer Messung $\pm \varepsilon \sqrt{2}$. Die w. F. für x_{200} und x_{800} werden: $\pm \varepsilon \sqrt{0,6}$, für x_{400} und x_{600}: $\pm \varepsilon \sqrt{0,525}$ [2]). Die Methode erfüllt also die Anforderungen, welche man an die Genauigkeit zu stellen hat; nichtsdestoweniger wird ein Vergleich mit der im dritten Abschnitte dieser Abhandlung beschriebenen Methode wohl zu Gunsten der letzteren ausfallen. Mein Verfahren bedarf keine ihrem absoluten Werthe nach regulirte Hilfswiderstände, keinen zweiten Draht mit Kontakt-

[1]) *Construction des étalons prototypes de résistance électrique du Ministère des Postes et Télégraphes, par* M. J.-René Benoît. *Paris, Gauthier-Villars. 1885. S. 56 und 71.* — [2]) Dasselbe Resultat ergiebt sich unter Benutzung von Marek's Gleichung 20) und 21), in *Carl's Rep. f. Phys.* **15.** *S. 308. 1879.*

schneide. Es sind, wenn wir beim vorliegenden Beispiele bleiben, nicht 28, sondern blos $5 . 4 = 20$ Einstellungen nöthig. Vor allen Dingen aber beschränkt sich die Rechnung, welche bei Benoît einen erheblichen Zeitaufwand erfordert, auf vier Mittelbildungen aus je fünf nahe gleichen Zahlen. Endlich ist der wahrscheinliche Fehler einer Korrektion bloss $\pm \varepsilon \sqrt{0,2}$, gegen $\pm \varepsilon \sqrt{0,6}$ und $\pm \varepsilon \sqrt{0,525}$.

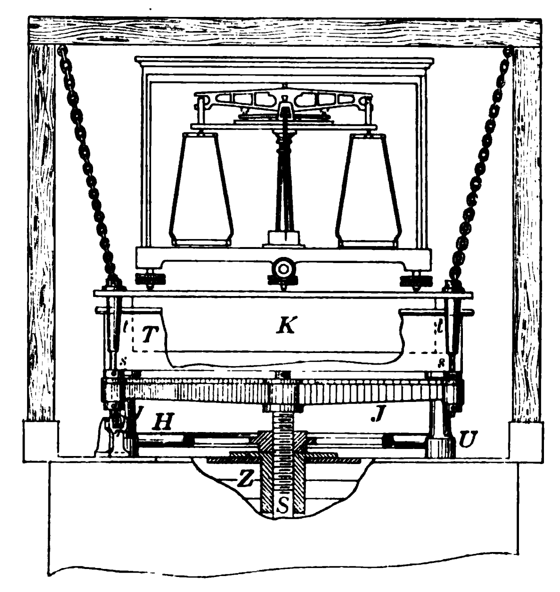
Dorpat, im März 1889.

Erschütterungsfreie Aufstellung von Waagen.

Von
W. Marek in Wien.

Die provisorischen Amtslokalitäten der k. k. Normal-Aichungs-Kommission in Wien liegen am Kreuzungspunkte zweier stark befahrenen Strassen. Die durch den Wagenverkehr hervorgerufenen Erschütterungen haben auf die dortselbst aufgestellten Präcisionswaagen in sehr ungünstiger Weise eingewirkt; die Genauigkeit der Wägungen wurde wesentlich herabgedrückt und die Abnützung der Schneiden und Lager vermehrt.

Nach vielfachen fruchtlosen Versuchen wurde diesem Uebelstande durch die nachstehend beschriebene, vom Herrn k. k. Ministerialrath Arzberger mit dem Verfasser gemeinsam entworfene Einrichtung abgeholfen, deren Veröffentlichung für Institute, welche mit ähnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, einiges Interesse bieten dürfte, und wovon die beistehende Figur eine schematische Ansicht giebt.



Jede Waage ist auf einem, an vier zu einander nicht parallelen Ketten hängenden, luftdichten Kasten *K* aufgestellt. Der Kasten taucht in einen zum Theil mit Glycerin gefüllten Trog *T*, welcher auf den Säulen *U* ruht. Die Flüssigkeitsmenge einerseits und die Massenvertheilung des Apparates andererseits sind so regulirt, dass die Spannung der Ketten thunlichst klein, und in allen vier Ketten dieselbe ist. Die in dieser Weise aufgestellte Waage ist gegen die Erschütterungen des Bodens, ja selbst gegen mässige Schläge auf den Ziegelpfeiler *Z*, auf welchem sie montirt ist, fast vollkommen unempfindlich.

Damit sie bei dem Oeffnen der Thürchen, dem Umsetzen der Gewichte und dergleichen Operationen, nicht in Schwingungen gerathe, wird der schwimmende Kasten sammt der Waage vor Ausführung dieser Manipulationen mittels einer eigenen, durch eine im Innern des Pfeilers befindliche, an 80 *cm* lange cylindrische Spindel *S* geführten Arretirungsvorrichtung etwas gehoben und erst nach der Auslösung der Waage freigelassen. Dieses Abheben und Freilassen geschieht in sehr sanfter Weise durch Drehung eines grossen Handrades *H*. Das obere Ende der Führungsspindel

trägt nämlich einen Dreifuss *J*, dessen drei justirbare Stifte *s* beim Heben unter drei Füsse *t* des schwimmenden Kastens greifen, während die Nabe des Handrades die Mutter zu einem an dem oberen Theile der Führungsspindel eingeschnittenen Gewinde bildet. Gegen Drehung ist der Dreifuss durch Führung der Verlängerung des einen Stiftes *s* zwischen Röllchen *r* gesichert.

Nach dem beschriebenen System ist bei der k. k. Normal-Aichungs-Kommission eine Waage für 200 *g* Belastung (auf diese bezieht sich die Abbildung), eine Vakuumwaage für 2 *kg* Belastung und eine Waage für 10 *kg* Belastung, alle mit Spiegelablesung versehen, aufgestellt worden. Als Nachtheile der ihrem Zwecke vollkommen entsprechenden Anlage haben sich herausgestellt: Die grössere Umständlichkeit bei der Handhabung der Waagen und die Aenderung der Zusammensetzung der Luft im Beobachtungslokale durch die aus dem Glycerinbad sich entwickelnden Dämpfe.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber ein neues Aräometer.

Von Dr. **W. Láska** in Prag.

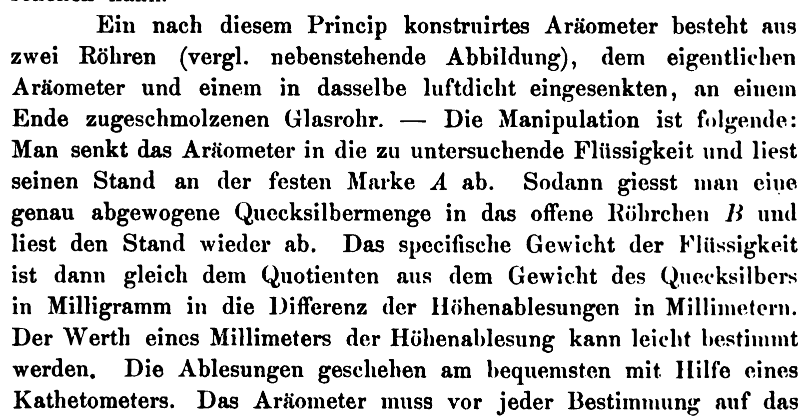
Bekanntlich sind die Aräometer in Folge der Kapillarwirkung der Flüssigkeiten nicht zu genauen Messungen geeignet. Sei p das Gewicht des Instrumentes, α die Kapillaritätskonstante, ω der Randwinkel, r der Radius des Aräometers, v das Volumen des eingetauchten Theiles und d die Dichte der Flüssigkeit, u das Volumen des in der Luft befindlichen Theiles und δ das specifische Gewicht der Luft, so besteht die Gleichgewichtsgleichung:

$$p + 2\pi r \alpha \cos\omega = v d + u \delta.$$

Das Produkt $u\delta$ ist sehr klein, man kann es ohne Weiteres weglassen. Denken wir uns nun p um eine Grösse vermehrt, während α, ω, r gleich bleiben, so wird:

$$p_1 + 2\pi r \alpha \cos\omega = v_1 d, \quad \text{also} \quad p_1 - p = (v_1 - v) d, \quad \text{oder:} \quad d = \frac{p_1 - p}{v_1 - v},$$

wodurch der Einfluss der Kapillarität vermieden und auch die Ablesung insofern bequemer ist, als sie von einem festen Punkte ausserhalb der Flüssigkeit geschehen kann.



Ein nach diesem Princip konstruirtes Aräometer besteht aus zwei Röhren (vergl. nebenstehende Abbildung), dem eigentlichen Aräometer und einem in dasselbe luftdicht eingesenkten, an einem Ende zugeschmolzenen Glasrohr. — Die Manipulation ist folgende: Man senkt das Aräometer in die zu untersuchende Flüssigkeit und liest seinen Stand an der festen Marke *A* ab. Sodann giesst man eine genau abgewogene Quecksilbermenge in das offene Röhrchen *B* und liest den Stand wieder ab. Das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist dann gleich dem Quotienten aus dem Gewicht des Quecksilbers in Milligramm in die Differenz der Höhenablesungen in Millimetern. Der Werth eines Millimeters der Höhenablesung kann leicht bestimmt werden. Die Ablesungen geschehen am bequemsten mit Hilfe eines Kathetometers. Das Aräometer muss vor jeder Bestimmung auf das sorgfältigste gereinigt werden.

Prag, December 1888.

Referate.

Untersuchungen über den absoluten persönlichen Fehler bei Durchgangsbeobachtungen.

Von Dr. W. F. Wislicenus. Mit einer Tafel. Leipzig, Wilhelm Engelmann. Monographie.

Unter dem persönlichen Fehler oder der persönlichen Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen versteht man bekanntlich das Zeitintervall, um welches ein Beobachter die Fadenantritte eines Sternes zu früh oder zu spät auffasst. Die Versuche zur Beseitigung dieses Fehlers bewegen sich, wie Verfasser ausführt, nach zwei Richtungen: erstens dahin, statt der Durchgangsbeobachtung eine andere Art der Beobachtung in Anwendung zu bringen, und zweitens, die Grösse dieses Fehlers zu ermitteln und bei der Rechnung zu berücksichtigen. Den ersten Weg schlug Faye ein, indem er photographische Momentaufnahmen machte, was zur Zeit jedoch nur bei den Sternen erster Grösse möglich ist. Braun in Kalocsa hat die Durchgangsbeobachtungen durch eine mikrometrische Einstellung zu ersetzen vorgeschlagen, indem er das Fadennetz oder wenigstens einen Faden mit der Geschwindigkeit des zu beobachtenden Sternes durch das Gesichtsfeld gleiten lassen und nun den Faden auf den zu ihm in relativer Ruhe befindlichen Stern einstellen will. Der Faden soll während dessen seine Stellung von Sekunde zu Sekunde automatisch registriren, wodurch man also für gewisse Momente den Ort des Sternes im Gesichtsfeld enthält. Das von Braun zu diesem Zweck projektirte *Passagenmikrometer* ist in *dieser Zeitschrift 1887, S. 249* besprochen worden; über einen ähnlichen Repsold'schen Vorschlag, wonach nicht der Faden, sondern das ganze Instrument innerhalb enger Grenzen durch ein Uhrwerk bewegt werden soll, vergl. *diese Zeitschr. 1888, S. 183.* Auch Wheatstone, Airy und Langley haben zu diesem Zwecke Apparate angegeben, letzterer wohl auch zur Ausführung gebracht.

Zahlreicher sind die Bemühungen, welche auf die Bestimmung der Grösse des persönlichen Fehlers gerichtet sind. Verf. beschreibt mehr oder weniger eingehend die Apparate von Kaiser, Mitchel, Plantamour, Wolf in Paris, Harkness, Eastman, Bredichin, Christie und Bakhuyzen. Sein eigener Apparat hat vor den erwähnten den grossen Vorzug — wobei wir allerdings den leider sehr komplicirten Bakhuyzen'schen ausnehmen müssen — dass er die Verhältnisse, unter denen die Beobachtungen am Himmel gemacht werden, getreuer als sie wiedergiebt, und zwar besonders deshalb, weil er sich ohne grosse Schwierigkeit an einem grösseren Passageninstrument oder Meridiankreis anbringen lässt, ohne die Beweglichkeit des Rohres sehr zu beschränken.

Als künstlichen Stern benutzt der Verf. nicht, wie es bei den anderen Apparaten der Fall ist, einen sich gleichförmig bewegenden hellen Punkt ausserhalb des Fernrohres, sondern jenes klare Lichtbild, welches man bei Fernrohren mit centraler Feldbeleuchtung im Gesichtsfeld erblickt, und das von nichts anderem herrührt als dem kleinen Hohlspiegel, welcher an der Innenseite des Objektives angebracht ist." Weiter sagt Verf. von dem Lichtbilde, dass es meist das Aussehen eines mässig hellen Sternes habe und man, im Falle es in seiner Gestalt zu sehr davon abweiche, ihm leicht durch eine vor das Okular gesetzte bikonkave Linse von 10 bis 12 *Zoll* Brennweite die gewünschte Gestalt geben könne. — Ein solches sternförmiges Lichtbildchen ist jedoch durchaus nicht bei allen Fernröhren mit centraler Beleuchtung zu sehen, wie Verf. anzunehmen scheint; wenigstens ist bei derartigen Instrumenten der Berliner Sternwarte keine Spur davon vorhanden, vielmehr ist das Gesichtsfeld so durchaus gleichmässig erhellt, wie man es nur wünschen kann. Im Strassburger Passageninstrument entsteht der Lichtpunkt wohl durch eine Reflexion der vom Hohlspiegel kommenden Strahlen an der dem Objektiv zugewandten Seite des Okulars oder an der Fassung des letzteren, denn einer späteren Bemerkung des Verf. gemäss bleibt er bei der Bewegung des Okulars immer fast in der Mitte des Gesichtsfeldes, nur ein klein wenig sich nach der Seite verschiebend, nach welcher das Okular bewegt wird.

Der Apparat funktionirt in der Weise, dass das Okular mit gleichförmiger Ge-

schwindigkeit vor dem Fadensystem vorbeigeführt wird und jedesmal, wenn das Bild auf einen Faden trifft, ein elektrischer Strom unterbrochen wird Zur Bewegung des Okulars benutzte Verf. in Ermangelung eines ganz präcis gehenden Uhrwerks einen Hipp'schen Chronographen, von dem aus ein Trieb nach einem um die Axe des Instrumentes beweglichen Zahnrad führt, von wo die Bewegung nach dem Okular weiter geleitet wird. Durch Variirung der dem Triebwerk des Hipp'schen Chronographen zu ertheilenden Geschwindigkeit, sowie durch Vertauschung einiger Zahnräder vermochte Verf. dem künstlichen Stern als schnellste Geschwindigkeit die eines Sternes von 11° 21' Deklination und als langsamste Bewegung die eines Sternes von 82° 39' Deklination zu geben. Die freie Bewegung des Fernrohres wurde durch das Getriebe nur an der Stelle verhindert, wo die beiden Triebstangen, welche von dem oben erwähnten um die Axe gelegten Zahnrad ausgehen, einander berühren. In stärkerem Maasse aber wurde sie behindert durch die Konstruktion des Instrumentes selbst, welches von vorn herein nicht für den vorliegenden Zweck eingerichtet war. Wenn jedoch auch in Folge dessen rund 116°, nämlich zwischen Nadir und 26° Höhe, vom Fernrohr nach einer Seite nicht beschrieben werden konnten, so war es doch möglich, ihm jede beliebige Neigung gegen den Horizont zu ertheilen und somit in jeder Körperlage Beobachtungen anzustellen.

Die vom Verf. getroffene Einrichtung zur automatischen Registrirung der Fadenantritte ist folgende:

Auf dem durch das Getriebe beweglichen Okularschlitten ist, durch eine zwischenliegende Hartgummileiste isolirt, eine breite stählerne Feder befestigt, welche an ihrem Ende eine Messingplatte trägt. Durch diese letztere gehen zwei in Platinspitzen auslaufende Schrauben, von denen jedoch während einer Beobachtung immer nur eine zur Anwendung kommt, indem sie bei der Bewegung des Okularschlittens auf einer festen Messingleiste hinstreift und dadurch, weil sowohl diese Leiste als auch jene Platte mit einer elektrischen Batterie durch Drähte verbunden sind, den Strom geschlossen hält. In die Messingleiste sind aber, möglichst entsprechend den Fäden des Fadennetzes, feine Striche eingerissen und mit einer isolirenden Substanz wie Kautschuk ausgefüllt. So oft daher die Platinspitze über einen der Striche zu stehen kommt, findet eine Unterbrechung des Stromes statt. Um den Fehler zu eliminiren, welcher entstehen würde, wenn die Unterbrechung des Stromes nicht in demselben Augenblick eintritt, in welchem der künstliche Stern von dem Faden bisektirt wird, lässt man den Okularschlitten sich stets wieder rückwärts bewegen, nachdem er die Bewegung nach der einen Seite hin vollendet hat. Dadurch wird sowohl eine unrichtige Stellung der Messingschraube wie eine mangelhafte Uebereinstimmung der Kautschukstriche mit dem Fadennetz unschädlich gemacht. Verf. giebt sogar absichtlich der Schraube eine solche Stellung, dass die automatische Stromunterbrechung nicht mit den vom Beobachter ebenfalls durch Unterbrechung des Stromes registrirten Fadenantritten zusammenfalle, damit eine einzige Feder zum Registriren genügt.

Hierbei ist allerdings stillschweigend vorausgesetzt, dass der persönliche Fehler eines Beobachters derselbe ist, mag der Stern sich von rechts nach links oder von links nach rechts bewegen. Eine Abhängigkeit des persönlichen Fehlers von dem Sinne der beobachteten Bewegung ist aber sehr wohl denkbar; man würde in diesem Falle durch den Apparat des Verf. gewissermaassen nur den mittleren persönlichen Fehler finden können.

Wenn der künstliche Stern sich mit der Geschwindigkeit eines Sternes von hoher Deklination bewegt, wendet Verf., damit der Strom nicht allzu lange Zeit unterbrochen ist, statt der ersten die zweite Messingschraube an, welche eine etwas abgestumpfte Platinspitze trägt. Da die Kautschukstriche auf der Messingleiste nicht alle gleiche Breite haben werden und der schmalste immer noch etwas breiter sein muss als das Ende des Platinstiftes, so dauert die Stromunterbrechung unter Umständen doch noch mehrere Sekunden; die Mitte dieses Intervalls betrachtet Verf. als den Moment, in welchem die Stromunterbrechung, wenn sie nur einen Augenblick gedauert hätte, erfolgt wäre. Aus diesem

Grunde ist es auch nöthig, einen Schreib- und nicht einen Nadelchronographen anzuwenden, weil letzterer nur den Beginn der Stromunterbrechung, nicht aber das Ende markiren würde.

Verf. benutzt seinen Apparat auch, um den persönlichen Fehler bei Durchgangsbeobachtungen von Scheibenrändern zu bestimmen. Zur Erzeugung der Lichtscheibe im Gesichtsfelde brachte Verf. an der dem Fadensystem zugewandten Seite des Okulars einen messingenen Ring an, auf welchen er ein Gläschen mit runder Oeffnung legte, wie man solche beim Mikroskopiren zwischen Objektträger und Deckglas bringt, um ein Freiliegen des Objektes zu erzielen. Das Glasplättchen wurde dem Fadensystem soweit genähert, als es ohne Furcht, letzteres zu beschädigen, möglich schien und der zu beobachtende konvexe Rand der Oeffnung in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht.

Der Halbmesser der grössten vom Verf. angewandten Scheibe betrug 7,00 *mm*, in Bogenmaass 16′ 2″, wie bei Sonne und Mond. Um eine Scheibe von ganz geringem Durchmesser herzustellen, photographirte Verf. ein Scheibchen mit kreisrunder Oeffnung auf ein Glasplättchen. Das Bild der Oeffnung hatte einen Halbmesser von 0,075 *mm* und in Bogenmaass von 10″. Durch den umgebenden schmalen, dunkeln Ring waren die Fäden immer noch erkennbar, zumal da der ganze übrige, gut sichtbare Theil ein Verfolgen derselben durch die kleine, dunklere Strecke wesentlich erleichterte.

Um sowohl bei der Vorwärts- wie bei der Rückwärtsbewegung des Okulars immer entweder den vorangehenden oder den nachfolgenden Rand zu beobachten, hätte Verf. zwischen den beiden Bewegungen jedesmal das Okular in seiner Hülse um 180 Grad drehen und die etwaige Verschiebung des Randes im Gesichtsfeld bestimmen und in Rechnung bringen müssen. Da er jedoch neue hierbei auftretende Fehler befürchtete, beobachtete er bei der einen Bewegung den vorangehenden, bei der anderen den nachfolgenden Rand unter der freilich sehr bedenklichen Annahme, dass der persönliche Fehler derselbe sei, ob man den vorangehenden oder nachfolgenden Rand beobachte.

Von den Resultaten, welche Verf. mit seinem Apparat gefunden hat, die aber natürlich nicht ohne Weiteres auf andere Beobachter angewendet werden können, wollen wir hier nur folgende allgemeinere hervorheben.

Der absolute persönliche Fehler ist bei Sternen von mittlerer Durchgangsgeschwindigkeit ein Minimum, wächst jedoch bei Zu- und Abnahme derselben, und zwar in letzterem Falle stärker als in ersterem.

Ferner: Der absolute persönliche Fehler ist von der Stellung des Fernrohres und der dadurch bedingten Körperlage des Beobachters, sowie von dem beobachteten Objekt — Stern oder Rand — abhängig.

Endlich hat sich für Verf. auch die Veränderlichkeit seines persönlichen Fehlers herausgestellt; es betrug die an seine Beobachtungen von Aequatorsternen anzubringende Korrektion im December 1886: $-0{,}178^s$; im Mai 1887: $-0{,}105^s$ und im März 1888: $+0{,}148^s$. *Kn.*

Automatischer Stromstärkenregulator.

Von M. Gouy. *Journ. de Phys. II. 7. S. 479.*

Der Regulator besteht im Wesentlichen aus einem gleicharmigen Waagebalken. An dem einen Arm hängt ein ellipsoidischer, weicher Eisenkern, der in eine von dem zu regulirenden Strome durchflossene Spule taucht, derart, dass er bei wachsender Stromstärke in dieselbe hinaufgezogen wird; an dem anderen Arm hängt eine gut isolirende, horizontale Kreisplatte, die in eine von demselben Strome durchflossene Kupfersulphatlösung hineinreicht. Das die Lösung enthaltende Gefäss ist der Form nach ein Voltameter. In der Flüssigkeit steht eine weite cylindrisch gebogene Kupferplatte; innerhalb derselben auf dem Boden des Gefässes und unter der erwähnten isolirenden Kreisplatte ein weiter, unten geschlossener Glascylinder, dessen Durchmesser geringer ist als derjenige der Kreisplatte und auf dessen Boden eine mit Kupfervitriolstücken bedeckte Platinplatte liegt. Der Strom geht von

der Stromquelle durch die Spule, an die Kupferplatte, durch die Lösung zum Platinblech und zurück zur Stromquelle; das Platin bildet hierbei den positiven, nicht wie beim Voltameter den negativen Pol. Wird bei Stromschwankungen die Anziehung der Spule auf den Eisenkern variirt und dadurch das Gleichgewicht des Waagebalkens gestört, so wird durch Heben oder Senken der Platte in der Kupfersulphatlösung der für den Durchgang des Stromes disponible Flüssigkeitsquerschnitt und damit der Widerstand im Stromkreise geändert, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Bezeichnet man mit h den Abstand der Platte vom oberen Rande des unter ihr stehenden Glascylinders, mit R den Widerstand in *Ohm*, so ist bei einer 10 procentigen Lösung für:

$h =$	0,0	0,5	1,0	1,5	3,0	5,0 *mm*
$R =$	35,0	12,1	9,3	8,3	6,4	5,1 *Ohm.*

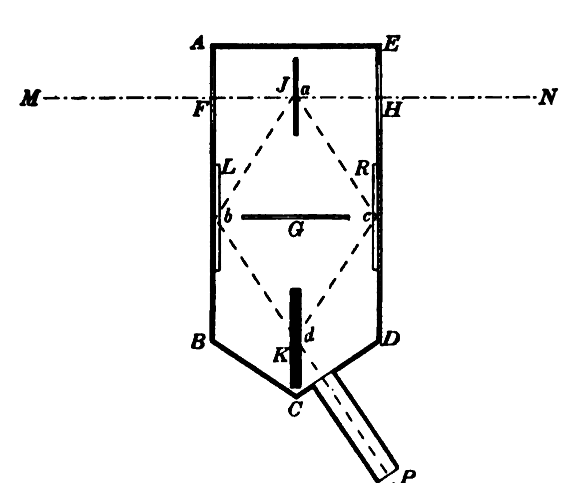
Ist der Apparat derartig justirt, dass das Maximum der Anziehung auf den Eisenkern bei der mittleren Stellung der Platte in der Flüssigkeit ausgeübt wird, so entspricht nach Angabe des Verfassers eine Bewegung der Platte um 0,5 *mm* einer Stromänderung um weniger als 0,01 % des ursprünglichen Werthes. *B.*

Ueber eine wesentliche Vereinfachung des Wild'schen Polarisationsphotometers für technische Zwecke.

Von H. Wild. *Mélanges physiques et chimiques.* ***13.*** *4. Octobre 1888.*

Die neue Anordnung des Wild'schen Polarisationsphotometers (vgl. Figur) erlaubt dasselbe auf einer geraden Photometerbank genau wie das Bunsen'sche Photometer zu benutzen.

In dem Kasten *ABCDE* sind an den vier Ecken des Rhombus *abdc*, dessen Winkel bei *b* und *c* 66° 30′ betragen, angebracht: 1) bei *a*, den Winkel *a* halbirend, der Photometerschirm *J*, der aus zwei mattweissen Kartonpapieren mit zwischengelegtem Stanniolblatt besteht, 2) zu ihm parallel bei *b* und *c* zwei belegte Glasspiegel *L* und *R*, 3) gleichfalls parallel zu *J* bei *d* eine aus 10 je 0,5 *mm* dicken, nahe planparallelen Platten bestehende Glassäule *K*. In der Richtung *bd* liegt bei *P* das Polariskop mit seinem Fernrohr. *G* ist ein Blendschirm. *MN* bezeichnet die Richtung der Photometerbank. Durch die Oeffnungen bei *F* und *H* fällt das Licht auf den Photometerschirm *J*.



Bei der Messung verschiebt man den Apparat auf der Bank, bis die Interferenzstreifen verschwinden, dreht dann den Kasten um 180° und stellt von neuem auf Verschwinden der Streifen ein. Das arithmetische Mittel beider Einstellungen giebt das Resultat. Zur Zeit der Veröffentlichung war der Apparat noch nicht ausgeführt.

Man erkennt, dass die neue Anordnung des Wild'schen Photometers sehr ähnlich derjenigen ist, welche für ein ganz anderes photometrisches Princip vor kurzem in dieser Zeitschrift (vgl. S. 23 und 41 dieses Jahrgangs) beschrieben wurde[1]. *Br.*

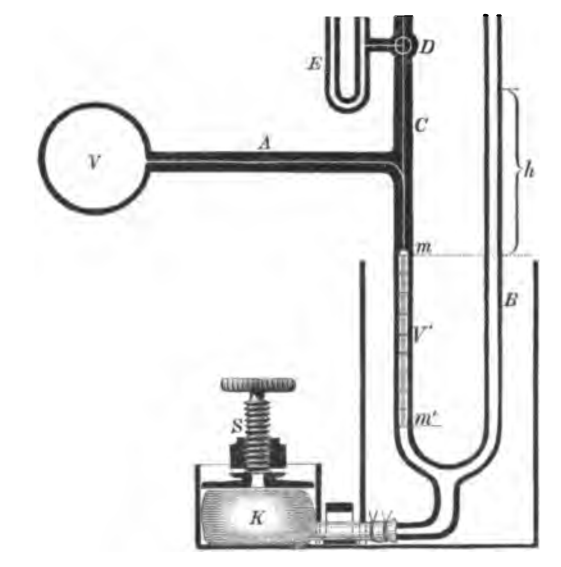
[1]) Diese Uebereinstimmung werden die Verfasser der letztbezeichneten Abhandlungen noch in einer späteren Veröffentlichung zur Sprache bringen.

J. Wiborgh's Luftpyrometer.[1])

Von H. von Jüptner. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen.* ***36.*** *S. 603.* (Vgl. darüber auch *diese Ztschr. 1888 S. 443.*)

In der Einleitung bespricht Verfasser die beiden Principien, welche bei der Konstruktion von Luftpyrometern (sowie bei der Temperaturbestimmung auf Grund der Eigenschaften der Gase überhaupt) bisher zur Anwendung gekommen sind. Nach dem ersten Principe wird die Spannkraftzunahme eines konstant gehaltenen Luftvolumens gemessen. Dieses, bei relativ niedrigen Temperaturen fast immer benutzte Verfahren führt in der Pyrometrie zu grossen Unzuträglichkeiten, indem es ein ganz unhandliches Manometer, (bis zur 6-fachen Länge des Quecksilberbarometers) erforderlich macht und bei dem bedeutendem Ueberdrucke das Entweichen von Luft begünstigt. Nach dem zweiten Principe wird die Spannkraft konstant gehalten, und die Volumenzunahme des Luftquantums bestimmt, indem man die Luft entweder durch einen Quecksilbertropfen absperrt, oder durch ein Manometer, in welchem die Flüssigkeit in beiden Schenkeln auf gleicher Höhe gehalten wird. Aber auch in diesem Falle werden die erforderlichen grossen Dimensionen sehr lästig und führen sogar zu ganz anderer Handhabung des Instrumentes. Denn es ist nicht daran zu denken, dass etwa der grösste Theil des Rohres auch derselben (zu bestimmenden) Temperatur ausgesetzt werden könnte wie der eigentliche Luftbehälter; vielmehr muss die Temperatur der Luft in dem geräumigen, weil sehr langen Rohre exakt in Rechnung gezogen und deshalb durch ein Wasserbad oder dergl. in bestimmter Weise beeinflusst werden.

Verf. spricht aus, dass das vorliegende Luftpyrometer, dessen Konstruktion durch die schematische Figur versinnlicht wird, sowohl nach dem ersten, als auch nach dem zweiten Principe benutzt werden könne. Im ersten Falle wird aus dem Kautschukbeutel K mittels der Schraube S so viel Quecksilber herausgepresst, dass dasselbe die obere Marke m erreicht. Im zweiten Falle erweitert man während der Erwärmung des Luftbehälters V den Kautschukbeutel, bis das Quecksilber in den Schenkeln V' und B gleich hoch steht, und liest am Rohre die Volumenzunahme ab. Um dabei die innere Spannkraft recht genau der äusseren gleichmachen zu können, hat Prof. O. Petterson noch das kleine Wassermanometer E angebracht, welches nach Belieben mit dem abgeschlossenen Gasquantum in Verbindung gesetzt werden kann. — Dieser letzteren Methode macht Verf. nun noch den Vorwurf, dass dieselbe bei hohen Temperaturen viel weniger genau sei als bei niedrigen. Diese Bemerkung ist richtig, wenn hierbei in der That — wie es beim Anblick der Figur den Anschein hat — immer nur relativ geringe Unterschiede der Temperatur zur Bestimmung gelangen, indem man z. B. schon bei sehr hoher Temperatur das Kapillarrohr A durch den Hahn D mit der Atmosphäre in Verbindung setzt, das Quecksilber bis m hebt und nun nach Abschluss gegen die Atmosphäre die Volumvergrösserung bei weiterer Temperatursteigerung beobachtet. Es ist nicht recht ersichtlich, wie diese Methode überhaupt zu einer absoluten Temperaturbestimmung dienen kann.



Um so wichtiger erscheint die Möglichkeit einer dritten Benutzungsweise des in der Figur dargestellten Instrumentes, wie sie dem Wiborgh'schen neuen Luftpyrometer zu Grunde liegt: Man verbindet V durch den Hahn D mit der Atmosphäre, exponirt den Behälter V

[1]) Vergl. *diese Zeitschr. 1888. S. 443*

der zu bestimmenden absoluten Temperatur T, und lässt das Quecksilber (in beiden Schenkeln) bis zur Marke m' herabsinken. Dann wird die Temperatur T' der Luft in V' bestimmt, bei D abgeschlossen, und nun durch Quecksilberzufuhr die Luft aus V' vollständig in das Reservoir V hineingepresst. Die Ablesung des Ueberdruckes h im Rohre B führt dann zu einer Bestimmung der Temperatur, wie folgende Ueberlegung ergiebt:

Wenn zunächst die Erwärmung des Luftvolumens V' von T' auf T bei Atmosphärendruck geschähe, so würde dasselbe auf:

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad V' \frac{T}{T'}$$

anwachsen[1]); das gesammte, $T°$ warme, und unter Atmosphärendruck H stehende Luftvolumen wäre dann:

$$V + V' \frac{T}{T'}.$$

Dieses werde nun bei unveränderter absoluter Temperatur T auf das Volumen V, mit einem Drucke $H + h$, zusammengepresst.

Nach dem Mariotte'schen Gesetze ist deshalb:

$$2) \quad \ldots\ldots \quad \left(V + V' \frac{T}{T'}\right) H = V(H + h), \text{ daher } T = T' \frac{V}{V'} \frac{h}{H}.$$

Eine korrekte Ablesung der Temperatur T' ist also Vorbedingung dieser Temperaturbestimmung, bei welcher der Ueberdruck h in um so engeren Grenzen bleibt, je kleiner V' gegen V ist; dies ergiebt sich aus der Auflösung der Gleichung 2) nach h:

$$3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad h = H \frac{V'}{V} \frac{T}{T'}.$$

Der Konstrukteur hat es also ganz in der Hand, das Instrument empfindlich oder wenig empfindlich herzustellen, ganz ebenso, wie die Länge der Grade an dem gewöhnlichen Quecksilberthermometer beliebig gewählt werden kann.

Sobald sich bei einer Beobachtung der Faktor $^{Vh}/_{V'H}$ auf 1 reducirt, ist die Temperatur T des Behälters gleich derjenigen T' im Rohre V'. Soll das Pyrometer streng wissenschaftlichen Zwecken dienen, so lässt man die bei D eintretende atmosphärische Luft zuvor durch ein Chlorcalciumrohr streichen. — Dieses Luftpyrometer kann durch F. O. Söderberg in Stockholm bezogen werden. *Sp.*

Energie der Sichtbarkeit.

Von S. P. Langley. *Amer. Journ. of Science. III.* **36.** *Novemberheft 1888.*

Der Verf. untersucht die untere Grenze der Sichtbarkeit in den verschiedenen Farben des Spektrums und bestimmt die Energie, welche in jeder dieser Farben zur Sichtbarkeit erforderlich ist. Er bestimmt nicht eigentlich die Wahrnehmbarkeit einer Farbe, sondern die Lesbarkeit von schwarzen Schriftzeichen auf dem farbigen Grunde — was bekanntlich nicht zu gleichen relativen Werthen führt. Die Veränderung der Lichtmenge geschieht auf drei Arten, welche mit einander kombinirt werden können. 1. Es wird durch einen Hohlspiegel das zu untersuchende Licht in einen Fokus vereinigt, der in einen engen Spalt fällt. Die jenseits desselben divergirenden Strahlen bilden annähernd einen Kegel, in welchen der Schirm mit den Schriftzeichen gestellt wird. Seine Entfernung vom Apex kann von 20 *cm* bis 300 *cm* verändert werden, d. h. um das 15fache, was also eine Ver-

[1]) Verf. setzt hierfür irrthümlich:

$$V'\left(1 + \frac{T - T'}{T_0}\right) \text{ oder } V' + V' \frac{T - T'}{T_0},$$

während er hätte schreiben sollen:

$$V' + V_0' \frac{T - T'}{T_0},$$

wobei $V_0' = V'\,(T_0/T')$ dasjenige Volumen bedeutet, auf welches die Luft V' von T' Grad bei Abkühlung auf den Wassergefrierpunkt $T_0 = 273°$ sich zusammenziehen würde. Wird vorstehender Ausdruck für V_0' eingesetzt, so resultirt in der That der oben angegebene einfache Ausdruck 1). In Folge dieses Irrthums stimmt auch das Schlussergebniss des Verfassers mit der oben folgenden einfachen Formel 2) für die Temperaturbestimmung nicht ganz überein.

änderung der Lichtintensität um das 225fache bewirkt. 2. Es wird ein Photometerrad (*wheel*) eingeschaltet, welches die Lichtintensität von 0,50 bis auf 0,05 reducirt. 3. Endlich wird der Hauptspalt, der das vom Siderostaten kommende Licht einlässt, zwar gewöhnlich genau auf 0,1 *mm* Weite erhalten, ist aber bei sehr unwirksamem Lichte bis auf 5 *mm* Weite geöffnet worden.

Somit können die Intensitäten bestimmt werden in einem Umfange wie 1:225.20.50, d. h. wie 1 : 225000.

Der Verf. arbeitet zwar mit einem Glasprisma von Hilger; er reducirt indessen die gefundenen Werthe auf das Normalspektrum. Mittels des Bolometers hat er schon früher die Energien für die verschiedenen Wellenlängen im Sonnenspektrum festgestellt; er kann also nun (nach Versuchen an vier Personen) eine Tabelle geben über „die Empfindsamkeit des Auges (J) für gleiche Energien bei verschiedenen Wellenlängen.“

$\lambda = 0{,}34^{\mu}$	0,38	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,768.
$J = 0{,}0026$	0,0149	0,128	2,70	7,58	5,38	0,954	0,070	0,012	0,00006	0,00001.

Die Empfindsamkeit des Auges ist also in der Mitte des Grün 750 000 mal so gross wie an der Grenze des Ultraroth. Die weiteren Mittheilungen des Verf. über die absolute Energie des eben noch wahrnehmbaren Lichts sowie über die zum Sehen erforderliche Zeit mögen im Original nachgelesen werden. Zu bemerken ist indessen, dass der Verf. zwar durch die irrthümliche Ansicht eines deutschen Physikers zu dieser Untersuchung veranlasst zu sein bekennt, dass er aber keine weitere Bekanntschaft mit deutschen Arbeiten über diesen Gegenstand, wie z. B. von Vierordt u. A., zu erkennen giebt. *Z.*

Ueber eine neue photographische Registrirmethode.

Von E. Gérard. *Revue intern. de l'Electr. 1889. 7. S. 24.*

Zur graphischen Darstellung von Stromschwankungen benutzt man ein möglichst empfindliches, aperiodisches Spiegelgalvanometer und eine intensive Lichtquelle, am besten Bogenlampe, zur Beleuchtung; mittels einer Bikonvexlinse koncentrirt man das reflektirte Licht und lässt es auf einen mit bestimmter Geschwindigkeit rotirenden, lichtempfindliches Papier abrollenden Cylinder fallen. Um gleichzeitig die Zeit zu registriren, kommt eine elektromagnetisch erregte Stimmgabel von bekannter Tonhöhe zur Anwendung; die von ihr beschriebene Kurve wird in derselben Weise sichtbar gemacht. — Da eine derartige Anordnung ziemlich kostspielig und umständlich ist, benutzt Gérard als Lichtquelle die von der sekundären Spule eines Ruhmkorff'schen Induktors zwischen einem Aluminiumdraht und einem Kohlenstift (Bogenlampenkohle) überspringenden Funken. Die Periodicität des Funkens, die von der Elasticität der unterbrechenden Feder abhängt, liefert dabei eine natürliche Zeittheilung in gleiche Intervalle; eventuell kann man als Unterbrecher selbst eine Stimmgabel von bekannter Tonhöhe benutzen. *B.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Kinematik. Für Studirende der Maschinentechnik, Mathematik und Physik geometrisch dargestellt von Dr. L. Burmester, Prof. für darstellende Geometrie und Kinematik a. d. Techn. Hochschule in München. Erster Band. Die ebene Bewegung. Leipzig. A. Felix.

Die im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 255 von Herrn Prof. C. Rodenberg in Hannover mitgetheilte Besprechung des vorstehenden Werkes hat Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Reuleaux Veranlassung zu einer Entgegnung gegeben, welche wir, gleichzeitig mit einer Antwort des ersteren Herrn, im Interesse vollster Unparteilichkeit, unseren Lesern hiermit unterbreiten.

D. Red.

Die Besprechung des Burmester'schen *Lehrbuchs der Kinematik*, von Herrn Prof. C. Rodenberg, veranlasst mich zu der Bitte, einige sachliche Bemerkungen zu derselben

aufzunehmen, weil Herrn Rodenberg's Recension das Verhältniss des Burmester'schen Buches zu den von mir gelieferten Vorarbeiten in keiner Weise würdigt.

Unterlassen ist zuvörderst in der Rodenberg'schen Recension die wichtige Bemerkung, welche das Burmester'sche Buch vor vielen harten Vorwürfen schützen könnte, dass dasselbe nicht ein Lehrbuch der Kinematik, sondern ein solches der kinematischen Geometrie sein will, wie aus allen eingestreuten Bemerkungen des Verfassers des Buches deutlich hervorgeht; der eigentlichen Kinematik ist das Buch gar nicht gewidmet; sein Verfasser zeigt überall, dass er dafür das volle Verständniss nicht erlangt hat, vielmehr wesentlich in seinem eigentlichen Gebiete, der Geometrie, zu Hause ist. Der Titel des Werkes enthält eine Unrichtigkeit, welche dem Recensenten nicht hätte entgehen dürfen, weil der Titel für das Lesepublikum äusserst wichtig ist.

Sodann, und das ist die Hauptsache, ist das Buch nur in wenigen Punkten Original, ist vielmehr in einer überaus grossen Zahl von Fällen, den wichtigsten, nur die Wiedergabe der Arbeiten Anderer. Es ist Herrn Burmester, soviel ich ihn aus seinem Buche verstehe, nicht in den Sinn gekommen, darin dem Publikum eine durchaus eigene Arbeit vorzulegen; vielmehr hat er, meiner aus dem Buche gewonnenen Ansicht gemäss, wesentlich die Arbeiten Anderer eingeleitet und verbunden durch Betrachtungen und Zwischensätze, die ihm angehören, und sein Bestes thuend, um den ihm nicht geläufigen Stoff zu überwinden, den das Studium beginnenden Lesern bekannt machen wollen, während in der Rodenberg'schen Kritik das Buch Burmester's als eine selbständige wissenschaftliche Leistung behandelt wird. Nur einmal, S. 293 betreffend die „lothrechten Geschwindigkeiten", ist gesagt, dass das Princip Schadwill entlehnt sei, dabei aber wieder übersehen, dass Schadwill selbst sich nicht für den Urheber dieser Lehre ausgegeben hatte, übersehen auch, dass Herr Burmester sieben wirklich wichtige Sätze Schadwill entnommen hat.

Sodann ist auf S. 293 oben der Wortlaut so, als rührten die Sätze vom Pol von Herrn Burmester her, während wir die Anfänge Euler, die erste grosse Entwicklung Poinsot verdanken. Ihre Wichtigkeit für die Kinematik ist in deutschen Schriften dann zuerst von mir in meiner *Theoretischen Kinematik* aufgedeckt, namentlich aber ihnen eine andere Deutung gegeben worden, als man ihnen bis dahin beigemessen hatte. Ich schlug daher u. A. den Namen Polbahn vor. Herr Rodenberg hat das übersehen, ebenso wie die grosse Verwirrung, in welche die Annahme der Burmester'schen Vorschläge, die Polbahnen Rollkurven, die „eine" derselben Polbahn, die „andere" Polkurve zu nennen, die Kinematiker, vor Allem die jungen, studirenden, stürzen würde. Denn Rollkurven sind in tausend Fällen keine Polbahnen; eine Polbahn ist selbst nicht immer eine Rollkurve (vergl. meinen *Konstrukteur, S. 620*).

In dem Kapitel „Verzahnungen" sind meine Arbeiten stark benutzt, insbesondere auch bei den „Kapselräderwerken". Hier hätte Herr Rodenberg durchaus anführen müssen, dass Name wie Begriff von mir herrühren (zuerst veröffentlicht 1868, *Berliner Verhandlungen, S. 42*), die Beispiele mit kleinen Ausnahmen mir entnommen sind, einschliesslich der „sorgfältigen Untersuchung" in den Apparattheilen, sowie, was ganz allgemein bekannt, dass die Techniker seit meiner eben erwähnten Veröffentlichung meine Systematisirung der fraglichen Maschinen angenommen haben.

In der Frage von der Stützung, einem Problem, welches ich ohne Vorgang in die Kinematik eingeführt habe, weicht Herr Burmester von mir ab, indem er den Begriff der „Undurchdringlichkeit" der Körper an Stelle der von mir gesetzten „Widerstandsfähigkeit" (latente Kräfte) einzuführen sucht. Dass er dabei mir unterstellt, die „Undurchdringlichkeit" zu Grunde gelegt zu haben, obgleich ich weder das Wort, noch den Begriff in meinem ganzen Buche gebrauche, und dass die Abweichung selbst völlig verfehlt ist, da sie zu gänzlich unbrauchbaren, ja für den Praktiker, der sie anwenden sollte, geradezu schädlichen „Sätzen" führt, hätte Herr Rodenberg erkennen müssen.

Die von mir geschaffenen Begriffe und Kunstwörter „komplan", „zwangläufig", „kinematisches Element", „Elementenpaar" u. s. f., die wichtigen, hierauf bezüglichen Sätze,

welche ich gefunden, und auf welche ich in ungebrochener strenger Systematik mein Buch und meine Theorie der Zusammensetzung der Maschine aufgebaut, Sätze, die ich nach vieljähriger schwerer Arbeit aufgestellt, aber auch begründet habe, sind es, worauf geradezu alles diesbezügliche eigentlich Kinematische in dem erschienenen Theil des Burmester'schen Buches gestützt ist, ohne dass auch nur ein einziger neuer Gedanke hinzukäme.

Bei den „Mechanismen mit Bandbetrieb“ sagt Herr Rodenberg, dass an dieser Stelle eine Lücke im System des Herrn Burmester sei. Er hat recht; ja, es ist nicht bloss eine Lücke, sondern ein grosses Loch in dem „System“. Letzteres ist aber nicht Herrn Burmester's System, sondern das meinige, in das Herr Burmester ein Loch gemacht hat. Bei mir, wo die Zug- und Druckkraftorgane ganz streng systematisch hier angeschlossen sind, geht die Entwicklung lückenlos weiter. Warum übersieht dies Herr Rodenberg gerade an der Stelle, wo er die Gründe, die ihn veranlassen, die Lücke zu erblicken, aus meinem Buche geschöpft hat, wo er, ohne mein Buch, über die vorhandene, aber zugedeckte Lücke weggeschritten wäre? Herrn Burmester, dem Geometer, misslang die Weiterführung deshalb, weil er, seinem Fach getreu, kinematische Geometrie und Kinematik für identisch hält.

Nunmehr folgt die „Bestimmung der Rollendurchmesser bei nicht gekreuzten Riemen“ und wird mit Anerkennung bedacht. Meinetwegen. Herr Rodenberg hätte aber hier dem Geometer Burmester sagen müssen, dass er an der Stelle aus der Kinematik herausgefallen und in eine Aufgabe der Maschinenbaukunde hineingerathen ist, auch dass dasselbe Problem schon vor langer, langer Zeit behandelt, auch geometrisch ohne Vernachlässigungen gelöst ist (von mir vor 30 Jahren in der Konstruktionslehre für den Maschinenbau). Das Herausgerathen aus dem kinematischen Gebiet ist dann Herrn Burmester noch wiederholt begegnet; er verwechselt Dynamik mit Kinematik, wovon an einer anderen Stelle. Herr Rodenberg hätte dies aber hervorheben müssen.

Etwas verweilen muss ich noch bei einer Stelle S. 295, wo es heisst: „Gewürdigt zu werden verdient die sorgfältige mathematische Bestimmung von Näherungswerthen der Zahnzahlen für grosse Uebersetzungsverhältnisse unter Zugrundelegung der Brocot'schen Methode.“ Herrn Rodenberg entgeht hier zunächst, dass Herr Burmester aus der geometrischen, alles auf Polbahnen bringenden Form wieder unversehens herausgefallen ist. Er schreibt ferner im obigen Satz die „sorgfältige mathematische Bestimmung“ Herrn Burmester zu. Dieser selbst ist in seinem Buche vorsichtiger; er spricht bloss von dem „mathematischen Gewand“, in welches er Brocot's Methode gekleidet. Indessen auch dieses „Gewand“ ist nicht Original. Die Wahrheit besteht aus zwei Theilen. Der eine ist, dass der schlichte Pariser Uhrmacher Brocot die Theorie und die Anwendung seiner Methode in eigenem Buch vollständig und lückenlos gegeben hat, eine Theorie, bei deren Suchung Huygens die Kettenbrüche erfand, ohne dass weder er, noch Oughthred, noch auch später Willis, und vor ihm eine Reihe Anderer, die schöne Theorie gefunden hätten, welche der einfache, aber mathematisch denkende Uhrmacher gefunden; Willis hatte sich ihr nur von ferne genähert. Brocot hat aber noch mehr gethan. Er hat seinen Formeln eine vortreffliche Zahlentafel (alle echten Brüche aus den ganzen Zahlen von 1 bis 100, auf 10 Stellen ausgerechnet) zugefügt — jemand hat die Zahlentafeln, wie Logarithmentafeln u. s. w. die Reichthümer der Mathematik genannt, — so dass er das Problem theoretisch sowohl, wie praktisch völlig fertig den Technikern übermittelt hat.

Der zweite Theil ist, dass bei uns ich zuerst auf Brocot's wackere Arbeit hingewiesen, die kleinen Unbeholfenheiten in Brocot's sonst ganz richtigen und vollständigen Formeln beseitigt und sie seit Jahren in meinen Vorträgen nebst Zahlenbeispielen, die ich berechnet, mitgetheilt, und dass meine Zuhörer dann nach genannten Vorträgen eine als Manuskript gedruckte Wiedergabe veranstaltet haben. In dieser Wiedergabe, die vor etwa elf Jahren schon in zweiter Auflage gedruckt wurde, stehen Brocot's Formeln in demselben „mathematischen Gewand“, welches sie bei Herrn Burmester tragen — dazu erläutert durch dieselben Zahlenbeispiele, welche ich in meinen Vorlesungen angewandt habe.

Wie die Uebereinstimmung entstanden ist, mag schwer zu ermitteln sein. Alles Verdienst, welches der Sache selbst beizumessen ist, kommt Brocot zu; für mich beanspruche ich nur die Feststellung, dass ich die verdienstliche Arbeit bei uns bekannt gemacht habe. Für Herrn Burmester — es thut mir leid — bleibt nichts übrig.

Ich hoffe, dass Herr Rodenberg nach Kenntnissnahme des Vorstehenden nicht anstehen wird, auch an seinem Theile zur richtigen Würdigung des Burmester'schen Buches beizutragen. *Reuleaux.*

Auf vorstehende Bemerkungen erwidert Herr Prof. Rodenberg Folgendes:

Herr Reuleaux vermisst in meiner Recension eine Würdigung der von ihm gelieferten Vorarbeiten. Dies läuft auf die Forderung hinaus, dass ein Referat über ein Buch die Angabe der vom Verfasser benutzten Quellen enthalten müsse. Abgesehen von der Undurchführbarkeit dieser Forderung im engen Rahmen einer Kritik, weise ich solche, wohl in keiner wissenschaftlichen Zeitschrift bis jetzt anerkannte Zumuthung, sowie die daran geknüpften Vorwürfe auch principiell zurück. Nur dem Verfasser des Werkes, soweit dieses Neues bietet, ist der Referent zur Hervorhebung dieses Neuen verpflichtet und dieser Verpflichtung bin ich nachgekommen. Seine Quellen muss der Verfasser nennen; auf ein sorgfältig bearbeitetes Literaturverzeichniss verweise ich ausdrücklich, Herr Reuleaux mag dort gefälligst nachsehen, er findet seinen Namen 23 mal.

Die Kinematik ist nach Ampère (*Essai sur la philosophie des sciences 1834, S. 50*) die Lehre von der Bewegung an sich, ohne Rücksicht auf die Massen und Kräfte und die Anwendung dieser Lehre auf die geometrisch bestimmbaren Bewegungsvorgänge bei den Maschinen. In diesem Sinne wurde die Kinematik von allen Autoren aufgefasst, ausschliesslich Reuleaux, der mit diesem Namen seine Maschinengetriebelehre belegt hat und daher von allen seinen Vorgängern abgewichen ist. Das stehende Kapitel „Kinematik“ in dem *Jahrbuch der Fortschritte der Mathematik* bestätigt, dass Herr Reuleaux sich vergeblich bemüht, die Benennung „Kinematik“ für seine beschreibende Maschinengetriebelehre in Beschlag zu nehmen. In den von Herrn Reuleaux seiner Zeit geleiteten *Verhandlungen d. Vereins z. Bef. d. Gewerbefl. in Preussen, Bd. 55, S. 384,* sagt Schadwill: „Der Ausdruck „kinematische Geometrie“ hebt die Forderung, dass nur Raumgrössen vorkommen dürfen, scharf hervor; indessen sagt „Kinematik“, richtig verstanden, ganz dasselbe.“ Dies unterschreibe ich Wort für Wort und möchte nur wissen, warum denn Herr Reuleaux nicht damals diese „Unrichtigkeit“ aus seiner eigenen Zeitschrift zurückwies. — Herr Reuleaux erwähnt ohne Angabe, ohne Begründung sieben Sätze, die Burmester von Schadwill entlehnt haben soll. Burmester hat sorgsam das wirklich Neue von Schadwill an vier Stellen citirt (s. Burmester, *Kinematik, Register*). Was Herr Reuleaux sonst etwa noch meinen kann, sind die längst als Gemeingut beständig angewendeten Konstruktionen von Robervall (1696) und Bobillier (1840).

Die Annahme, ich hätte die von Joh. Bernoulli (1742) und Chasles (1829)[1]), aber nicht ursprünglich von Euler und Poinsot stammende Theorie des Momentanpols, eine Theorie, die jedes Kolleg über Kinematik in den drei ersten Stunden bringt, als neu hinstellen wollen, fällt in sich selbst zusammen und ich brauche kein Wort der Entgegnung zu verlieren. Meine Ansicht über die Bezeichnungen Polbahn, Polkurve habe ich im Referate genügend gekennzeichnet. Die grosse Verwirrung, die Burmester mit diesen Worten angerichtet haben soll, besteht nur für Herrn Reuleaux und seinen Anhang; alle anderen Kritiker finden nun einmal die betreffenden Entwicklungen sehr klar.

Das angezogene Beispiel auf S. 620 des Reuleaux'schen „Konstrukteur“ ist einfach falsch. Die dort als „Polenreihe“ bezeichnete Punktreihe besteht aus Rückkehrpunkten von Punktbahnen, welche bei der vorkommenden unstetigen Bewegung auftreten. Eine Drehung um diese Punkte findet gar nicht statt. Die erwähnten „tausend“ Fälle bedeuten daher ebensoviele Irrthümer.

---

[1]) S. Burmester, *Kinematik, Bd. I. S. 27.*

Die längst vor Herrn Reuleaux entwickelte Verzahnungslehre, in der citirend nur die Eingriffslinie aus seinen Arbeiten entnommen ist, sowie die hinweislich zuerst von Reuleaux behandelten Kapselräderwerke, deren Erfinder Burmester quellenmässig citirt, sind von Burmester wie nie zuvor mit der grössten Sorgfalt in allen Einzelheiten bearbeitet worden.

Undurchdringlichkeit soll etwas anderes sein als Widerstandsfähigkeit. Nein, es ist dasselbe! Ich habe abermals Schadwill's Arbeit zur Hand, woselbst S. 382 gesprochen wird von den „Fähigkeiten der Raumbehauptung, nach Reuleaux Widerstandsfähigkeit, sonst auch Undurchdringlichkeit, Tastbarkeit genannt.“ — Ich muss jedoch ausdrücklich bemerken, dass hier wie oben, nur die fremde Meinung von mir herangezogen wurde, um klar darzuthun, dass Herrn Reuleaux die in Rede stehenden Definitionen seit Jahren bekannt waren.

Die weiter angeführten Kunstwörter hat Herr Reuleaux zuerst benutzt und das damit bereitete System wird ihm niemand rauben wollen; aber der Begriff des kinematischen Elementes, wie ihn Burmester fasst, rührt von Schadwill her (a. a. O. S. 386) wie auch Burmester angiebt. Herr Reuleaux definirt es nicht einmal und verwechselt es bald mit „Körper“ bald mit „Glied“. Erst mit der Schadwill'schen Auffassung desselben als Oberfläche ist dieser Begriff der geometrischen Behandlungsweise zugänglich gemacht und in der geometrischen Behandlungsweise, sowie in der Eintheilung der Mechanismen nach ihrem geometrischen Zusammenhange liegt das Charakteristische des Burmester'schen Systemes. Dadurch weicht er principiell von Herrn Reuleaux ab, in dessen System sich keine Spur mathematischer Grundlage findet, der ausdrücklich auf S. 4 seiner *Theoretischen Kinematik* sagt: „Zwar ist auch bisher an derselben (Maschinenkinematik, Rodenberg) in gewissem Sinne wissenschaftlich gearbeitet worden, nämlich insoweit als einzelne ihrer Theile sich der mathematischen Behandlungsweise darboten. Allein dies betraf, wie gesagt, nur Theile, nicht das Ganze und auch nicht das eigentliche Wesen der Disciplin; und die Wissenschaftlichkeit der Behandlungsweise gehört der Mathematik und Mechanik, nicht aber der Kinematik an.“ (Der letzte Satz ist vom Unterzeichneten gesperrt). Wer wie Herr Reuleaux beschreibend sein System aufbaut, mag auch durch Beschreibung die bildsamen Körper den starren anschliessen; da mir aber jene Körper der Behandlung durch die geometrische Methode nicht allgemein zugänglich erschienen, so glaubte ich ein Uebriges fordern zu müssen und war nicht mit Beispielen, wie das auf S. 388, wo ein straffes Band durch ein Prisma ersetzt wird, befriedigt[1]).

Auf das von Herrn Reuleaux vor 30 Jahren behandelte modificirte Culmann'sche Diagramm für die Bestimmung der Rollendurchmesser bei gekreuzten Riemen hat Burmester selbst S. 408 hingewiesen und es als „veraltet“ bezeichnet. Da ich die Kinematik, wie Burmester, im weiteren Sinne als Herr Reuleaux fasse, so kann ich mich nur freuen, dass Burmester in viel grösserem Umfange die maschinentechnische Anwendung der Theorie befolgt, als es Reuleaux gethan hat. Ich bin fest überzeugt, dass eine neue Auflage des Werkes auch die modernen Anwendungen der Kinematik auf die Theorie der Fachwerke bringen wird und würde das Gegentheil bedauern. Bei der mathematischen Bestimmung der Zahnzahlen, welche Brocot auf mehreren Seiten richtig behandelt, hat Burmester die fundamentalen Eigenschaften der Brocot'schen Bruchtafel in grösster Einfachheit abgeleitet. Diese Ableitung fehlt in den von Herrn Reuleaux angeordneten deutschen Ausgaben 1871, 1879 der *Hütte* vollständig und die von Burmester citirte Auflage 1871 enthält auch keine Begründung der Einschaltungsformel. In der Auflage 1879, welche Burmester, der an tausend Hinweise giebt[2]), citirt hätte, falls sie ihm bekannt gewesen

[1]) Man sehe wegen anderer Beispiele auch S. 280 unten, S. 551, Art. 228 u. 229 und die soeben im *Civilingenieur 1889, Heft II* erschienene Abhandlung: *Kinematische Untersuchung der Mechanismen mit Bandbetrieb*, in welcher Herr Burmester in der That zeigt, dass bei der theoretischen Behandlung sich straffe Bänder durch starre Systeme ersetzen lassen. — [2]) Wittenbauer sagt am weiter unten a. O.: „Die Belesenheit des Verfassers ist eine bewunderungswürdige; Referent hat gegen 480 Namen von Erfindern und Autoren citirt gefunden, abgesehen von der Zahl der Publikationen der einzelnen.“

wäre, und welche auch mir nicht bekannt war, ist diese Begründung gegeben. Das klassische Zahlenbeispiel vom synodischen Mondumlauf hat Burmester ebenso wie Reuleaux von Brocot entnommen. Auf die Vorgänger Oughtred, Huygens, Derham, Allexandre, David à S. Cajetano hat Burmester S. 485 und 492 hingewiesen. Uebersehen habe ich, dass Burmester den Irrthum in Art. 50 aus Grübler's Arbeit mit herüber genommen hat. — Durch diese Erklärung habe ich das Meinige zur Würdigung des Burmester'schen Buches beigetragen, will jedoch noch gerne die Urtheile der ausserhalb der Reuleaux'schen Sphäre stehenden Fachmänner, welche sich sämmtlich rückhaltlos anerkennend äussern, im Auszuge wörtlich angeben.

1) Prof. Dr. Mehmke, Darmstadt. (*Zeitschr. f. Math. u. Phys. Bd. 33. S. 181.*) „Das vorliegende, höchst bedeutende Werk ist das erste vollständige, auf der Höhe wissenschaftlicher Forschung stehende Lehrbuch der Kinematik .... Die fundamentale Bedeutung des Begriffes der Umkehrung einer Bewegung hatte bereits Chasles erkannt.“[1] .... Zweifellos ist das Werk bestimmt, einen Anstoss zu vermehrtem Schaffen auf dem so schönen Gebiete der Kinematik zu geben, reichere theoretische Kenntnisse in die Kreise der Techniker zu tragen und andererseits den Theoretikern eine bequeme Einsicht in das Wesen und die Bedürfnisse der Praxis zu gewähren.“

2) Prof. Wittenbauer, Graz. (*Wochenschr. des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1888. No. 26*; vollinhaltlich abgedruckt in *Hoffmann's Zeitschr. für math. u. naturw. Unterricht 1888. S. 456.*) Die Frage, wieso es käme, dass ein umfassendes Lehrbuch der Kinematik so lange auf sich warten liess, glaubt Ref. dahin beantworten zu können, dass zur Abfassung desselben seltene Vielseitigkeit gehört, sie erfordert nicht nur eingehendste Kenntniss der tausendfältigen, in der Maschinentechnik auftauchenden Konstruktionen und praktischen Scharfblick, sondern auch strenge geometrische Schulung.“ — „Die studirende Jugend kann aus Burmester's Buch nur Gutes lernen.“

3) Prof. Dr. Müller, Braunschweig. (*Zeitschr. des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 33, S. 313.* Bezieht sich nur auf Lief. 1 und 2). „Für die Weiterentwicklung der Kinematik bezeichnet das gehaltreiche Werk einen bedeutenden Fortschritt. In jedem Abschnitte bietet der Verfasser neue Früchte seiner eigenen wissenschaftlichen Arbeit .... Schliesslich sei noch der zahlreichen und bestimmten Literaturangaben gedacht; dieselben bilden einen werthvollen Beitrag zur Geschichte der Kinematik und sind ein ehrendes Zeugniss für den grossen Fleiss und die musterhafte Sorgfalt, die einen schönen Grundzug des ganzen Werkes ausmachen.“

4) Prof. Tessari, Turin. (*Il Politecnico 1887. S. 741; 1889. S. 117.* „Diese Veröffentlichung des Prof. Burmester scheint das wichtigste und ausgedehnteste Werk dieser Art zu sein .... Die Darstellung ist überall eine sehr deutliche .... Schliesslich sei bemerkt, dass hier ein Buch vorliegt, welches sich auf dem Schreibtische eines jeden, der sich mit derartigen Dingen befasst, befinden sollte. *Rodenberg.*

Schlusswort der Redaktion. Mit der vorstehenden Auseinandersetzung zwischen Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Reuleaux und Herrn Prof. Dr. Rodenberg ist der Meinungsaustausch zwischen beiden Herren nicht erschöpft und kann nach Lage der Sache in dieser Zeitschrift auch nicht erschöpft werden; die Redaktion hält es jedoch für eine Pflicht der Billigkeit, die hauptsächlichsten Punkte, welche Herr Reuleaux in den Ausführungen des Herrn Rodenberg als unrichtige bekämpft wissen will, wenigstens kurz anzuführen.

Gegenüber der Behauptung, dass sich in seinem Systeme keine Spur mathematischer Behandlung finde, weist Herr Reuleaux darauf hin, dass in seiner *Theoretischen Kinematik* auf etwa 100 Seiten ausschliesslich von den geometrischen Grundlagen der Kinematik gesprochen werde, dass in seinen Vorlesungen der geometrischen Bewegungslehre ein her-

[1] Vergl. Chasles, *Geschichte der Geometrie*, deutsch von Sohncke S. 449; auch Schell, *Theorie der Bewegung und der Kräfte.* 1879. Bd. I. S. 225. Herrn Reuleaux gebührt nicht die Priorität dieses Princips.

vorragender Platz eingeräumt sei, und dass sich auf seine direkte Veranlassung der verstorbene Prof. Aronhold mit der geometrischen Bewegungslehre befasst und seine Vorträge über kinematische Geometrie aufgenommen habe. Herr Reuleaux betont ferner, dass der von Seite 4 seiner *Theoretischen Kinematik* citirte Satz sich nicht auf seine eigenen Methoden beziehe, sondern auf die seiner Vorgänger, dass weiter der Satz von der Umkehrung der Bewegung in seiner fundamentalen Bedeutung nicht von Chasles, sondern von ihm erkannt worden sei, und dass endlich das klassische Zahlenbeispiel vom synodischen Mondumlauf sich bei Burmester genau so finde wie bei ihm (Ausgabe der *Hütte* vom Jahre 1879) und nicht wie bei Brocot.

Hierauf ersucht Herr Rodenberg die Redaktion noch um Aufnahme der Erklärung, dass er die „phoronomischen Lehrsätze“ in Reuleaux's *Theoretischer Kinematik*, so wie sie dort entwickelt seien, nicht als geometrische Grundlagen der Kinematik betrachten könne, dass die erfolgreiche mathematische Behandlung, welche der Gegenstand von seinen Vorgängern erfahren habe, nach seiner Ansicht von Herrn Reuleaux nicht beachtet sei, und dass er daher den oben gesperrt gedruckten Satz von S. 4 der *Theoretischen Kinematik* nur auf Herrn Reuleaux's eigene Methode beziehen könne.

Die Redaktion kann weiteren Erörterungen nicht Raum geben und schliesst hiermit die Auseinandersetzung über den vorliegenden Gegenstand.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 19. März 1889. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Lummer sprach über die optischen Vorgänge im Fernrohre. Er leitete den Zweck und die richtige Anordnung der Blenden aus den Abbildungsvorgängen her, wie sie durch v. Helmholtz's Untersuchungen und die Abbe'schen Theorien präcisirt sind.

Hierauf machte Herr Polack einige Mittheilungen über das Lackiren mit Zapon. Während bei einer früheren Vorführung dieses neuen Lackes (*diese Zeitschr. 1888. S. 256*) besonders seine Verwendung durch Eintauchen der Gegenstände hervorgehoben worden war, ein Verfahren, das für die Zwecke der Feinmechanik nur ausnahmsweise geeignet ist, hat Herr Polack den Lack auch zum Auftragen mit dem Pinsel geeignet und, namentlich für matt versilberte Flächen, allen dafür gebräuchlichen farblosen Lacken überlegen gefunden. Zapon ist fast farblos und hat den Vorzug, sehr dünnflüssig zu sein, so dass man hin und her streichen kann, ohne Streifen zu erhalten. Nach dem Trocknen ist der Ueberzug ganz hart und klebt nicht im Mindesten, wie es selbst die besten französischen Lacke zuweilen thun. Auch kann man mehrere Ueberzüge übereinander bringen, ohne ein Schmieren befürchten zu müssen. Herr Pollack empfiehlt demnach den Lack besonders für versilberte Flächen.

Der Herr Vorsitzende macht kurze Mittheilungen über die vorbereitenden Schritte zur Einberufung des Mechanikertages in Heidelberg. Die Gesellschaft beschliesst, die Kosten der Vorbereitung vorschussweise aus der Gesellschaftskasse zu bestreiten.

Sitzung vom 2. April 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Feussner hält den angekündigten Vortrag über elektrische Messgeräthe und deren amtliche Beglaubigung. Der Vortragende bespricht an der Hand der von der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgearbeiteten und demnächst in Kraft tretenden Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung elektrischer Messgeräthe, unter Vorführung einzelner Apparate, die an dieselben zu stellenden Anforderungen, die erreichbaren und die in der Praxis erforderlichen Genauigkeiten, sowie die Verbesserungen, welche einige Apparate erfahren mussten, um sie hinreichend zuverlässig und damit beglaubigungsfähig zu gestalten. (Der Inhalt des Vortrages wird in einer späteren ausführlichen Abhandlung zur Kenntniss unserer Leser gelangen. D. Red.)

Sitzung vom 16. April 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Knorre, Observator der hiesigen Königlichen Sternwarte, sprach über die geeigneteste Einrichtung und Anwendung von Mikrometerschrauben. Der Vortragende behandelte die Beziehungen, welche zwischen den Ablesungen einer Mikrometerschraube und den verschiedenen Lagen und Drehungsrichtungen derselben obwalten und wies nach, dass die dabei beobachteten Veränderungen, ebensowie überhaupt die Schwankungen des sogenannten „todten Ganges“ wesentlich von dem Oel zwischen den Schraubenflächen herrühren. Diese Veränderungen kommen, von Reibungen und anderen Effekten geringfügerer Art abgesehen, hauptsächlich durch den Druck zu Stande, welchen die Schwere des Schlittens, der Mikrometerschraube, und bei neueren Mikrometern die auf die Schlitten wirkenden Spiralfedern auf das Oel ausüben, und durch die Drehung der Schraube, welche den beweglichen Theil des Oeles hin und her schleudert. Durch seine Untersuchungen ist der Vortragende zu dem Schlusse gelangt, dass die Fadenmikrometer noch verbesserungsbedürftig sind, und machte in dieser Hinsicht Vorschläge. Besondere Sorgfalt ist nach seiner Ansicht darauf zu verwenden, dass die Schraubenflächen mit einer möglichst dünnen Oelschicht versehen werden, da alsdann gewisse Grössen, von denen die Veränderungen abhängen, sich konstant erhalten und eventuell zu Interpolationen verwendet werden können. Ueberschüssiges Oel schadet allen Messungen und arbeitet sich durch den Gebrauch der Schraube nur langsam heraus. Nach dieser Anschauungsweise ist der „todte Gang“ in Wirklichkeit eine veränderliche Grösse; auch tritt derselbe ebensowohl bei gleichgerichteter wie bei entgegengerichteter Drehung der Schraube zu Tage, und zwar in um so stärkerem Grade, je mehr überschüssiges Oel vorhanden ist. Bezüglich der Anwendung von Schraubenmikrometern ist das Hauptergebniss der Untersuchungen des Vortragenden, dass der Sinn, in welchem die Schraube bei Messungen gedreht werden muss, durch die Lage und Konstruktion des Mikrometers vorgeschrieben ist; ferner ist auch darauf zu achten, dass vor jeder Einstellung die Schraube keine zu geringe Drehungsphase in dem vorgeschriebenen Sinne durchlaufen hat.

Herr Handke zeigt einen Riemenaufleger vor, welcher den Vorschriften des Unfallversicherungsgesetzes entspricht und von Kösel & Sohn in Berlin, Neue Königstrasse, zum Preise von 20 Mark zu beziehen ist. Bei demselben sitzt der Stift, mit welchem der Riemen ergriffen wird, an einer Blattfeder, die zunächst an einer festen Stange liegt, sich aber von dieser loslöst und dann nachgiebt, sobald die Stange durch einen Widerstand gegen die Welle gedrückt wird. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Die Firma Fr. Schmidt & Haensch, deren Begründung in die Entstehungszeit der Spektroskopie fällt und deren Leistungen insbesondere auf dem Gebiete der Spektral- und Polarisationsapparate unseren Lesern bekannt sind, feierte am 1. April unter zahlreicher Antheilnahme der Fachgenossen das Fest des 25-jährigen Geschäftsjubiläums. Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik liess durch ihren Vorstand eine Glückwünschungsadresse überreichen. Am Abend des Tages vereinigten die Geschäftsinhaber eine grosse Anzahl von Gelehrten, Freunden der mechanischen Kunst und engeren Fachgenossen zu einer festlichen Erinnerungsfeier.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

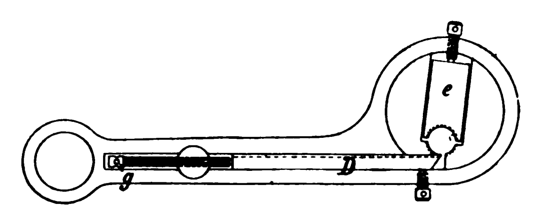
Lichtprojektor mit kleinen Oeffnungen. Von S. Schuckert in Nürnberg. No. 46095 von 24. April 1888. Kl. 42.

Der Lichtprojektor besteht aus einem elliptischen Spiegel und einer die reflektirten Strahlen parallel machenden sphärischen Linse, deren Axe mit der Spiegelaxe zusammenfällt. Diese Anordnung soll dazu dienen, um bei grossem Spiegeldurchmesser, also guter Ausnutzung der Lichtquelle, eine kleine Oeffnung des Projektors und damit kleine Abschluss- und Zertrennungsgläser zu erhalten, die bei starken Lufterschütterungen (Kanonenschüssen) der Möglichkeit des Brechens weniger ausgesetzt sind.

Verfahren zur Herstellung einer Metalllegirung und deren Verwendung. Von Chr. Bülles in Aachen. No. 46214. Vom 3. Mai 1888. Kl. 40.

Reines Kupfer oder Zinn wird geschmolzen, und der geschmolzenen Masse wird ein Stück Arsenik, in geschlossene Kupferhülsen gefüllt, zugesetzt. Diese Mischung wird nun nach tüchtigem Umrühren durch Eingiessen in Wasser zum Granuliren gebracht. Die so gewonnenen Granalien der Legirung werden nochmals umgeschmolzen und alsdann als Zusatz zur Herstellung von Bronze und anderen Legirungen verwendet, wodurch eine grössere Elasticität, Festigkeit und Dichtigkeit der Metalllegirung erlangt werden soll, als die bekannte Phosphorbronze und andere bekannte Legirungen solche besitzen.

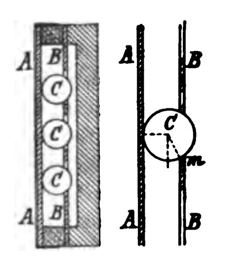
Gewindeschneidekluppe. Von Ch. G. Hahn in Berlin. No. 44642 vom 20. Jan. 1888.



Bei dieser Kluppe erfolgt das Schneiden des Gewindes durch das längsseitig geriffelte und mittels der Schraube *g* einstellbare Messer *D*. Die Backe *e* dient nur zur Führung des Arbeitsstückes.

Mikrotelephon. Von Ch. Clamond in Paris. No. 44944 vom 26. Februar 1888.

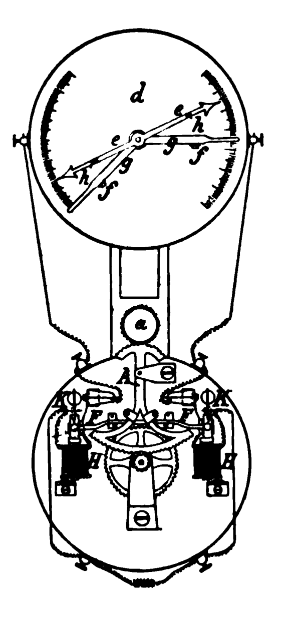
Die Konstruktion dieses Mikrophons, welches mit einem Empfangstelephon und einem Umschalter in bekannter Weise zu einem handlichen Apparat kombinirt ist, soll es ermöglichen, die Stromschwankungen so stark zu machen, dass dieselben ohne Anwendung einer Induktionsspule nach dem entfernten Empfänger übertragen werden können. Zu diesem Zwecke werden zwei vertikale, in passendem Abstande von einander parallel angeordnete Membranen *A* und *B* aus leitendem Material (Kohle) angewendet, von denen *A* eine volle Platte darstellt, während *B* mit einer Anzahl von Löchern versehen ist. Beide Membranen sind durch einen isolirenden Ring von einander getrennt und stehen durch Kugeln *C* aus Kohle mit einander in leitender Verbindung, welche Kugeln einerseits auf den Kanten *m* der Löcher aufruhen und andererseits sich gegen die Membran *A* stützen. Der Abstand bei beiden Membranen *A* und *B* ist kleiner als der Durchmesser, aber grösser als der Radius der Kugeln *C*, damit die durch die Schwerpunkte der Kugeln gelegte Vertikale zwischen die beiden Membranen fällt.



Automatischer Gasdruckregulator. Von L. Petit in Paris. No. 45070 vom 12. Mai 1888.

Der Regulator besteht aus der Verbindung eines Metallmanometers mit einem elektromagnetisch bewegten Schaltwerk, durch dessen Thätigkeit der Gaszufluss geändert wird. Der Gasdruck setzt die mit dem Zeiger *e* des Manometers fest verbundene Axe in Bewegung wodurch auf der Skale *d* der jeweilige Gasdruck angezeigt wird.

Auf der Skale sind ausserdem die mit Quecksilbernäpfen *f* versehenen, beweglichen Arme *g* angeordnet. Der zwischen den beiden Armen spielende Zeiger *e* trägt zwei Stifte *h*, welche in die beiden Quecksilbernäpfe einzutauchen vermögen. Durch das metallene Gehäuse des Manometers stehen die Quecksilbernäpfe mit den beiden nach Art von Uhrpendeln an Federn *K* aufgehängten Elektromagneten *HH* in Verbindung, und durch Eintauchen eines der Stifte *h* wird ein Stromschluss herbeigeführt. Die Elektromagnete setzen durch Vermittlung der Sperrhaken *F* den gezahnten Doppelsektor *A* in Bewegung, was den Zweck hat, ein weiteres Oeffnen oder Schliessen des Absperrhahns oder Ventiles *a* herbeizuführen.



Für die Werkstatt.

Ueber Cylindertaster. Von B. Pensky in Berlin.

Zur Prüfung von Cylindern auf genau gleiche Durchmesser während der letzten Bearbeitung werden häufig Taster verwendet, welche aus einer starken, aber leichten Stahlgabel mit leichtem Stil bestehen. Die Zinken der Gabel sind so gebogen, dass sie zusammen etwas mehr als einen halben Kreis bilden. Das Ende des einen Armes läuft in eine kugelförmige Rundung aus, während das ihm gegenüberstehende andere Ende zwei nahe aneinander liegende kugelförmig abgerundete Vorsprünge hat. Die Verbindungslinie der höchsten Punkte der letzteren liegt senkrecht zur Ebene des Tasters und muss stets parallel zur Axe des zu tastenden Cylinders gehalten werden, damit die Entfernung des einen Armendes von dieser Verbindungslinie das Maass für den abzutastenden Durchmesser bilde. Wird diese Stellung nicht immer genau eingehalten, so ergiebt sich eine fehlerhafte Messung. Jedenfalls ist hier die Genauigkeit der Messung in gewissem Grade von der geschickten Anwendung abhängig. Für Cylinder von sehr verschiedenem Durchmesser bedarf man verschiedener Taster solcher Art deren Justirung auf die genaue Grösse des abzutastenden Cylinders durch leichte Hammerschläge gegen die Schenkel erfolgt. Die Verschiedenheit des Reibungswiderstandes beim Abtasten giebt ein sehr empfindliches Erkennungsmittel für kleine Stärkenunterschiede und es ist dem in der Handhabung solcher Taster Geübten möglich, Stärkenunterschiede von wenigen *Mikron* (1 *Mikron* = 0,001 *mm*) durch das Gefühl zu erkennen. Eine eigentliche Messung solcher Unterschiede ist hier aber nicht möglich, ebensowenig die numerische Bestimmung von grösseren Dickenunterschieden verschiedener Cylinder. Zu diesen Zwecken bedient man sich des Fadentasters mit Mikrometerschraube, eines kräftigen ∩-förmigen Bügels, welcher an einem in der Mitte in einer Oese befestigten Faden aufgehängt wird. In der Nähe des einen Schenkelendes ist eine Mikrometerschraube mit dem sphärisch abgerundeten Ende nach innen gewendet eingesetzt, deren Stellung an einer Trommel abgelesen werden kann. Der andere Schenkel ist mit der festen Gegenlage versehen, welche oft in Gestalt zweier benachbarter cylindrisch oder sphärisch abgerundeter Vorsprünge hergestellt wird. Die Verbindungslinie ihrer höchsten Punkte muss ebenfalls wie beim ersten Taster der Axe des zu tastenden Cylinders parallel liegen, wenn richtige Messungen erzielt werden sollen. In Folge der freien Aufhängung des Tasters wird das Anlegen an einen horizontalen Cylinder stets in gleicher Weise erfolgen und die Sicherheit der Messung hängt also nicht mehr von der Geschicklichkeit bei der jedesmaligen Anwendung, sondern von der Lage der beiden höchsten Punkte der festen Gegenlage in einer Horizontalen ab. Von diesem Umstande wird man unabhängig, wenn man als feste Anlage eine genaue Ebene anordnet. Die Entfernung des Endpunktes der Schraube von der Ebene, eine geometrisch streng bestimmte Grösse, ist alsdann die zu messende Entfernung und man kann damit Dickenunterschiede von 1 *Mikron* (μ) noch sicher messen. Diese Genauigkeit kann aber beeinträchtigt werden durch Staubkörnchen, welche sich zwischen Ebene und Cylinderfläche drängen. Dies wird vermieden und die Herstellung einer genauen Ebene erleichtert, wenn man letztere ringförmig gestaltet, indem man das Material in der Mitte herausdreht oder schleift. Mit dem besten Erfolge verwendet C. Reichel in Berlin eine ganz schmale Ringfläche von weniger als 1 *mm* Breite. Dieselbe lässt sich leicht genau eben herstellen. Störende Zwischenlagerungen von Staub können nicht stattfinden, weil die Ringkanten solche beim Herablassen des Tasters am Faden bei Seite schieben. Das Anlegen der durch die Ringfläche bestimmten Ebene an den Cylinder erfolgt stets genau in gleicher Weise und Messungen derselben Stellen eines Cylinders geben weit innerhalb eines *Mikron* übereinstimmende Resultate.

Berichtigung.

Im Märzhefte dies. Jahrg., S. 105, Z. 19 von oben ist statt der daselbst befindlichen Fassung die folgende zu setzen: . . . . . , wobei die Axe des Stromkreises vertikal, wie bei seiner Messung nach der zweiten Methode in der zum magnetischen Meridian senkrechten Ebene gestellt werden müsste . . . .

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Juni 1889.** Sechstes Heft.

Der photographische Refraktor des Königl. Observatoriums zu Potsdam.

Von

Prof. Dr. **H. C. Vogel** in Potsdam.

Um den Arbeiten derjenigen Sternwarten, die sich an der Herstellung der grossen photographischen Himmelskarte betheiligen, eine gewisse Konformität zu verleihen, wurde auf dem Pariser Astronomenkongress im Frühjahr 1887 festgesetzt, dass die für die photographischen Aufnahmen bestimmten Instrumente eine Oeffnung von etwa 33 *cm* haben sollten bei einer Fokallänge von 3,4 *m*. Die Grösse eines Millimeters auf der Photographie würde dann einer Bogenminute entsprechen. Das nutzbringende Gesichtsfeld wurde zu 12 *cm* im Quadrat angenommen, so dass auf jeder Platte vier Quadratgrad vom Himmel abgebildet werden. Ausser der ferneren Bestimmung, dass die Achromatisirung des Objektivs für die Strahlen in der Nähe bei *G* ausgeführt werde, ist die sonstige Einrichtung des Instruments und die Montirung dem Ermessen der betheiligten Astronomen überlassen worden.

Da bald nach der Pariser Konferenz von der preussischen Regierung beschlossen wurde, dass sich das astrophysikalische Observatorium an dem Unternehmen betheiligen sollte, konnte ich schon Mitte vorigen Jahres den photographischen Refraktor in Auftrag geben. Der mechanische Theil wurde den Herren Repsold in Hamburg, der optische Herrn A. Steinheil in München übertragen. Bereits seit Anfang dieses Jahres ist die Montirung des Instrumentes im Wesentlichen vollendet, und da dieselbe durchaus abweichend von den bisher üblichen Montirungen ist und, wie ich mich vor Kurzem durch eigenen Anblick überzeugen konnte, den Erwartungen und den für den besonderen Zweck gestellten Anforderungen durchaus entspricht, dürfte die Bekanntgebung derselben für weitere Kreise von Interesse sein.

Die Herren Henry in Paris haben ihr photographisches Instrument nach alter englischer Weise aufgestellt. In einem Kasten von rechteckigem Querschnitt befinden sich an einem Ende auf einer gemeinsamen Abschlussplatte ein photographisches und ein in gewöhnlicher Art achromatisirtes Objektiv von etwas geringerer Oeffnung, am anderen Ende entsprechend die Vorrichtung zur Aufnahme der Kassette und der Okularansatz. Das Doppelfernrohr bewegt sich nahe der Mitte um eine Axe in einem Rahmen, der den Beobachtungsraum schräg in der Richtung der Erdaxe durchsetzt und oben und unten in Zapfen endet, um welche das Instrument in der Rektascensionsrichtung gedreht werden kann. Obgleich die englische Montirung durch die deutsche, für deren feinere konstruktive Durchbildung nach Fraunhofer ganz besonders die Herren Repsold thätig gewesen sind, fast allgemein verdrängt worden ist, sind gewisse Vorzüge dieser Montirung, besonders für die specielle Benutzung eines Fernrohrs zu photographischen Zwecken, nicht zu unterschätzen.

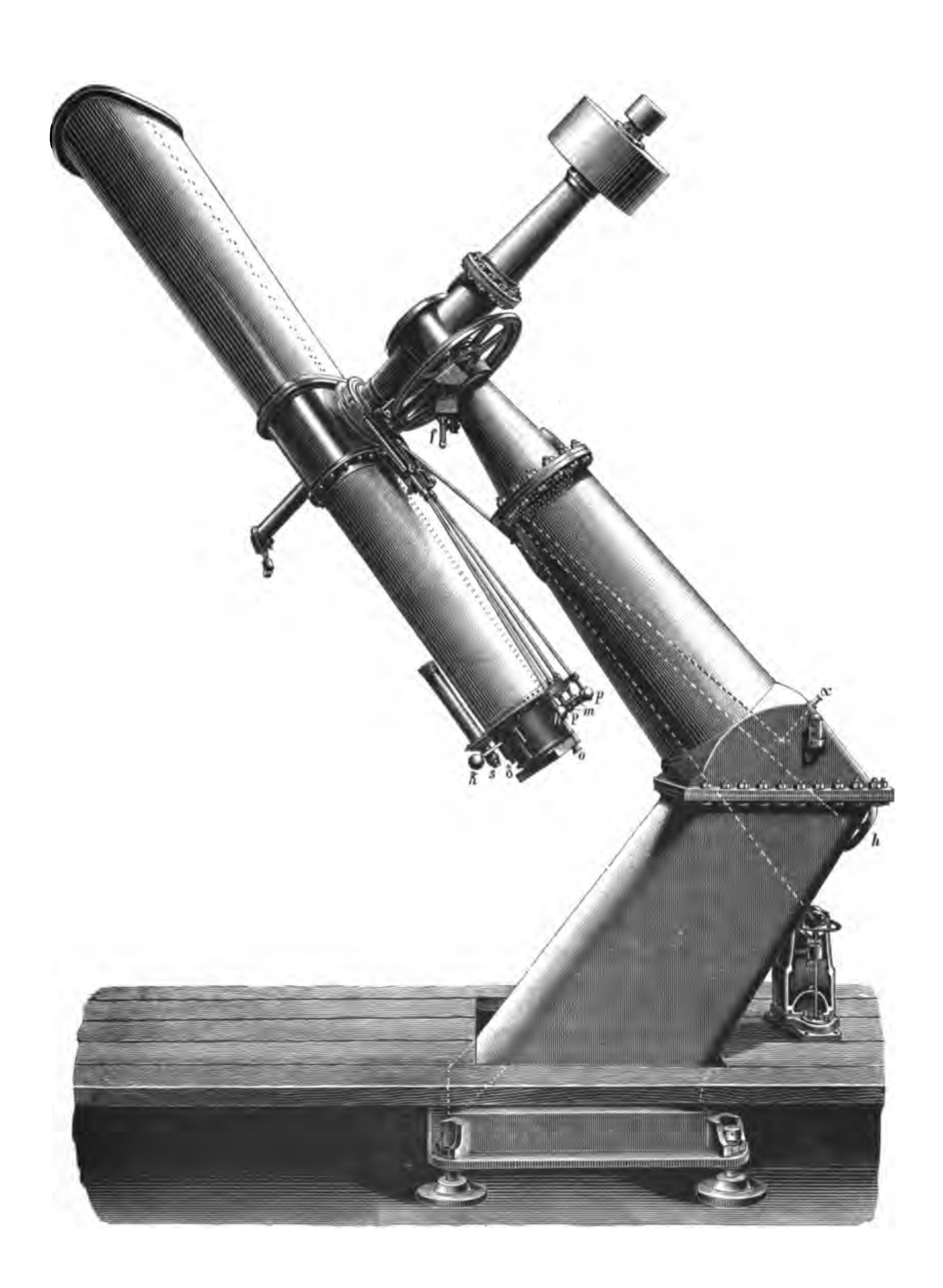
Die photographischen Beobachtungen werden am günstigsten in nicht zu grossen

Zenithdistanzen und in der Nähe des Meridians ausgeführt werden; für die entsprechenden Lagen des Instrumentes bietet die englische Montirung den grossen Vortheil, dass kein Umlegen des Instrumentes bei geringen Zenithdistanzen in der Nähe des Meridians stattzufinden hat und die Beobachtungen beispielsweise ununterbrochen von zwei Stunden vor bis zwei Stunden nach dem Meridian ausgeführt werden können. Die Lage des Beobachters ist hierbei bequem und frei, und ein sehr einfacher Beobachtungsstuhl mit verstellbarer Lehne ist ausreichend. Bei der deutschen Montirung haben die Zenithlagen, besonders bei Beobachtungen über das Zenith hinaus nach Norden, das Unangenehme, dass man nicht unbeschränkt über den Meridian hinausgehen kann, da in einer Lage der untere Theil des Fernrohrs gegen die das Instrument tragende Säule trifft. Es ist ein Umlegen des Fernrohrs bei länger fortgesetzten Beobachtungsreihen erforderlich, das bei direkten astronomischen Beobachtungen und Messungen nur als eine Unbequemlichkeit empfunden wird, bei photographischen Aufnahmen aber durchaus unzulässig ist. Wenn nun die Herren Repsold es auch verstanden haben, die Montirung ihrer Instrumente so einzurichten, dass man bei Zenithlagen noch beträchtlich weit zu beiden Seiten des Meridians beobachten kann, ohne umlegen zu müssen, und Expositionszeiten von mehreren Stunden immer zu den Seltenheiten gehören, so spricht doch ein sehr wesentlicher Punkt gegen die Anwendung der deutschen Montirung, das ist die unbequeme Lage, in welcher der Beobachter sich jederzeit in den für die photographischen Aufnahmen günstigsten Stellungen des Fernrohrs befindet. Während der Expositionen ist aber ein stetiges Verfolgen des Objektes mit Hilfe eines zweiten Fernrohrs erforderlich, und bei dieser auf die Dauer sehr anstrengenden Beobachtung ist eine bequeme Lage des Beobachters Bedingung.

Diese Erwägungen gaben nun den Herren Repsold Veranlassung, eine vollkommen abweichende Montirung für das Potsdamer Instrument in Anwendung zu bringen, welche die erwähnten Vortheile der englischen Montirung besitzt, jedoch frei ist von den grossen Nachtheilen derselben — Unmöglichkeit, in der Nähe des Pols zu beobachten, schwierige Erhaltung der Lage der langen *AR*-Axe und sonstige konstruktive Mängel.

Ehe ich eine eingehendere Beschreibung der Montirung des Instrumentes gebe, erwähne ich noch, dass ich eine innige Verbindung des Beobachtungsfernrohrs mit dem photographischen Rohre gewünscht habe und für durchaus nothwendig halte, der grösseren Stabilität und des geringeren Unterschiedes der Durchbiegung beider Fernröhre wegen. Die von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebrachte Verbindung der Kassette und des Okulartheils des Beobachtungsfernrohrs und die gemeinsame Verschiebung beider, zur Umgehung einer feinen Winkelbewegung am Instrumente, habe ich nicht in Anwendung bringen lassen, da sich bei einer guten Montirung und bei dem kurzen Rohre die Winkelbewegung jederzeit mit der erforderlichen Sicherheit und Feinheit ausführen lassen wird, andererseits eine gemeinsame Bewegung von Okular und Kassette eine solche Gleichheit der Fokallängen beider Objektive voraussetzt, dass die Unterschiede zwischen der linearen Bewegung, die man dem Okular und der Kassette giebt, gegen die entsprechende Winkelbewegung in beiden Fernröhren zu vernachlässigen sind.

Die Aufstellung des photographischen Refraktors, dessen Abbildung in dem beistehenden Holzschnitte, der nach einer Photographie ausgeführt wurde, gegeben ist, unterscheidet sich von den parallaktischen Aufstellungen der Herren Repsold zunächst dadurch, dass die gerade senkrechte Säule durch einen kurzen Säulen-


f
p
m
p
o
α
h

schaft in der Richtung der *AR*-Axe ersetzt ist, welcher sich an einen schweren Untersatz von viereckigem Querschnitt anschliesst. Dieser Untersatz ist nach unten schräg gegen Norden vorgezogen, so dass die Horizontalprojektion des Schwerpunktes des ganzen Instruments innerhalb der vier Füsse fällt, mit welchen es auf dem Fundament steht. Zwei dieser Füsse bilden Halbkugeln, welche in Fussplatten mit entsprechenden Höhlungen ruhen; die anderen zwei Fusspunkte sind senkrechte Schrauben, durch welche sowohl die Korrektion in Polhöhe, als die Ausgleichung des Druckes auf die zwei letzten Fussplatten (mit ebener Oberfläche) bewirkt wird. Zur Azimuth-Korrektion dient ein (im Bilde nicht sichtbares) Gussstück im Steinpfeiler mit zwei Schrauben, zwischen welche ein Anguss des Untersatzes tritt.

Das Stativ hat eine sehr grosse Festigkeit, und seine Form gestattet eine in allen Lagen vollkommen unbehinderte Bewegung des Fernrohres. Dasselbe bietet ausserdem den Vortheil, für die bei photographischen Aufnahmen besonders günstigen Stellungen stets die untere Fernrohrlage benutzen zu können; das Okular des optischen Systems bleibt daher für die Zenithlage und für Abstände bis zu 40° Zenithdistanz in einer solchen Höhe, dass ein Beobachtungsstuhl mit zu verändernder Sitzhöhe und Rücklehne stets ausreichen wird.

Der Kopf des Säulenschaftes, in Form eines einfachen Konus, bildet zugleich die Lagerbüchse der *AR*-Axe, welche oben unter der Anschlussfläche zwischen Kopf und Schaft ein Zahnrad und darunter den *AR*-Kreis trägt.

Die Ablesung dieses Kreises geschieht durch ein gebrochenes Ableserohr mit dem Okular *α*, die Beleuchtung liefert die Lampe an der Säule; zur Bewegung in Rektascension bedient man sich aber des Handrades *h*, welches durch eine in der Säule liegende Transmissionswelle mit Trieb auf das Zahnrad wirkt. Handrad und Okular sind bequem gleichzeitig zu benutzen.

Die Bewegung des Uhrwerks mit Federpendel, welches südlich von der Säule auf dem Fussboden aufgestellt ist, wird durch eine leichte, ebenfalls innerhalb der Säule geführte Transmission auf die Uhrschraube übertragen.

Die parallaktische Aufstellung im Uebrigen bis zum Fernrohr ist die gewöhnliche Repsold'sche, nur wird die senkrechte Friktionsrolle zur Aufhebung des Lagerdruckes der *AR*-Axe nicht durch ein Gewicht, sondern durch eine Spiralfeder *f* bewirkt.

Das Fernrohr besteht aus einem gusseisernen Mitteltheil und zwei anschliessenden Stahlblechrohren, alle drei von gleichem Konus und von ovalem Querschnitt, dessen lange Axe rechtwinklig zur Deklinationsaxe steht. Eine der ganzen Länge nach das Rohr durchlaufende Scheidewand verhütet eine Beeinträchtigung der photographischen Bilder durch das im optischen Rohr erforderliche Licht; sie trägt zugleich zur Versteifung des Rohres bei.

Der Auszug der photographischen Platte gestattet, ein Bild von 4 Quadratgrad aufzunehmen. Die Kassetten konnten noch nicht hergestellt werden, da zur Zeit eine Entscheidung über die zu wählende Plattengrösse, die vortheilhaft für alle zu gleichem Zwecke dienenden Instrumente gleich zu nehmen sein wird, noch nicht herbeigeführt werden konnte. Das Auszugsrohr ist von Gusseisen und schiebt sich in gusseiserner Büchse; die Bewegung geschieht leicht und sicher durch eine seitlich angebrachte, in der Längsrichtung der Verschiebung stehende Schraube. Eine Skale mit Lupenablesung gestattet, die Bestimmung der Einstellung bis auf Zehntelmillimeter genau auszuführen.

Am Okular *o* des Beobachtungsfernrohres befindet sich ein Fadennetz ohne Mikrometer; die Fäden sind 2.5 Millimeter von einander entfernt und stehen in einem

bestimmten Verhältniss zu der auf die Photographie aufzukopirenden Netztheilung. Die Beleuchtung der Fäden im dunklen Felde oder die des Feldes selbst wird durch eine am Mitteltheil des Fernrohrs angebrachte Lampe bewirkt. Dieselbe Lampe giebt auch zugleich die Beleuchtung des Deklinationskreises, dessen Ablesung durch das Okular δ geschieht. Die in üblicher Weise an der der Säule zugekehrten Seite des Fernrohrs liegenden Stellschraubenschlüssel *m, m* geben etwa 2'.5 Bewegung bei einer Umdrehung; durch einen unmittelbar dahinterliegenden zweiten Knopf mit Uebersetzung erreicht man aber für jede Koordinate die vierfache Geschwindigkeit zum Zwecke der ersten rohen Einstellung. Die Klemmung geschieht durch die Knöpfe *p, p*.

Die zwei Kugeln *k, k* dienen nur als Handhabe zur ersten Einstellung des Fernrohres mittels des Suchers *s*.

Die hier beschriebene eigenthümliche Montirung des Instrumentes, deren grosse Vortheile für photographische Zwecke so klar hervortreten, dürfte auch für Refraktoren ähnlicher Dimensionen, die ausschliesslich zu Mikrometermessungen dienen, in Anbetracht der sehr bequemen Lage des Beobachters und der Einfachheit eines geeigneten Beobachtungsstuhles, zu empfehlen sein. Bei Instrumenten erheblich grösserer Dimensionen dagegen würden Bedenken auftreten in Folge des grossen Gewichtes, welches der untere Theil des Stativs erhalten müsste.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, April 1889.

Ein neues für Temperatur- und Luftdruckschwankungen kompensirtes Pendel.

Von

Dr. W. A. Nippoldt in Frankfurt a. M.

Die Verwendung des Pendels zu Uhren als Zeitmaass setzt eine von äusseren störenden Einflüssen völlig unabhängige konstante Schwingungsdauer desselben voraus. In der Praxis begnügt man sich indessen mit einer Annäherung an dieses Ideal eines Maasses von solchem Grade, welchen die jeweilige Verwendung, der besondere Zweck, verlangt. Die höchsten Anforderungen stellt die sphärische Astronomie an die Uhren, insofern letztere an die Stelle getheilter Kreise bei Winkelmessungen treten, welche im Sinne der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne ausgeführt werden sollen. Dem Astronomen dient gewöhnlich die Schwingungsdauer eines Sekundenpendels als Zeitmaass, welches durch fortgesetzte Addition auf die drei Zeiger der Uhr übertragen wird, während Bruchtheile der Sekunde durch ein sekundäres Laufwerk mit Centrifugalpendel ermittelt werden. Da also der Gang einer Uhr nichts anderes ist als ein fortgesetztes Aneinanderreihen der Pendelschwingungsdauer, so wird natürlich eine Unrichtigkeit der letzteren von minimalem Betrage sich nach Ablauf von mässigen Zeiträumen um so mehr als falscher Uhrstand bemerkbar machen, je grösser die verflossenen Zeiträume sind. Ein Fehler der Schwingungsdauer des Uhrpendels von $^1/_{86400}$ einer Sekunde macht in 24 Stunden den Betrag einer vollen Sekunde, welcher dem Winkel von 15 Bogensekunden entspricht. Eine Abweichung von solcher Grösse lässt sich zwar durch Vergleichungen am gestirnten Himmel leicht nachweisen; schwieriger jedoch ist der Nachweis, wie sich dieser Uhrgang von einer Sekunde auf die einzelnen Stunden des verflossenen Tages vertheilt. Dazu bedarf es mindestens stündlicher Beobachtungen von Luft-

temperatur, Luftdruck und Grösse der Amplituden der Pendelschwingungen, wenn man die Genauigkeit der Bestimmung von Zeitmomenten bis auf weniger als Zehntel-Sekunden treiben will. Es ist hierbei vorausgesetzt, dass die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von Temperatur und Druck der Luft so wie von der Amplitude der Schwingungen aus anderweitigen Beobachtungen bekannt ist. Liegt eine solche Kenntniss nicht vor, so kann man nur durch häufigere Zeitbestimmungen während eines Tages die wünschenswerthe Genauigkeit erreichen.

Die seither gebräuchlichen Uhrpendel, welche durch Kompensation gegen die Einwirkungen der Wärme in mehr oder weniger vollkommenem Maasse geschützt scheinen, sofern die Aenderungen der Temperaturen allmälig, wie bei dem Uebergang von einer Jahreszeit zur andern, stattfinden, zeigen bei rascherem Temperaturwechsel, wie ihn die tägliche Periode besitzt, starke Abweichungen von der Gleichförmigkeit der Schwingungsdauer, während es doch gerade bei den Winkelmessungen der sphärischen Astronomie mittels der Zeit auf einen genau verbürgten Gang während der 24 Stunden des Tages ankommt. Der Grund dieser Erscheinung liegt hauptsächlich darin, dass die Veränderung der Lufttemperatur sich nicht momentan auf die Materialien überträgt, aus denen das Kompensationspendel gefertigt ist. Ein Quecksilberpendel besteht aus einer eisernen Pendelstange, an deren unterem Ende ein oder zwei mit Quecksilber gefüllte Glasgefässe angebracht sind. Die Ausdehnungen der eisernen Pendelstange sollen durch die Volumausdehnung des flüssigen Quecksilbers kompensirt werden. Es wird aber bei raschem Temperaturwechsel die eiserne Pendelstange viel früher die neue Temperatur annehmen, bevor diese noch Zeit hat, die schlecht leitenden Glaswände der Quecksilbergefässe zu durchdringen und die Flüssigkeit soweit ausdehnen, als es die für das Pendel berechnete Kompensation verlangt. Das Quecksilberpendel hat den weiteren Nachtheil, dass die beiden kompensirenden Metalle in verschiedenen Höhenlagen sich befinden, wodurch Temperaturschichtungen in vertikaler Richtung, die sich besonders in gut verschlossenen Uhrgehäusen leicht herausbilden, eine genaue Kompensation überhaupt unmöglich machen. — Den letztgenannten Missstand hat das Rostpendel in weitaus geringerem Maasse. Bei diesem befinden sich die beiden kompensirenden festen Metalle in nahezu gleicher Höhenlage; dagegen sind diese Pendel wegen ihres geringeren specifischen Gewichtes viel empfindlicher gegen Aenderungen der Luftdichte. Eine Vergrösserung der letzteren hat stets eine Vergrösserung der Schwingungsdauer im Gefolge, deren Betrag um so geringer ist, je grösser das mittlere specifische Gewicht, also das Verhältniss von Masse zu Volumen des Pendels ist. Die Luftdichte wird hauptsächlich durch zwei Ursachen bedingt: dem Luftdruck (Barometerstand) und der Lufttemperatur; in geringerem Maasse auch durch den Wasserdampfgehalt der Luft. Der Einfluss, den die Temperatur auf die Luftdichte und damit auf die Schwingungsdauer eines Pendels ausübt, ist seither auf empirischem Wege durch die Kompensation der Pendel für Längenausdehnung mit paralysirt worden, während die Beseitigung der Beeinflussungen, welche von Aenderungen des Luftdruckes herrühren, erst ganz in der Neuzeit versucht worden ist. Die Mittel, welche man zu diesem Zweck bisher angewendet hat, sollen weiter unten besprochen werden. Zunächst soll gezeigt werden, dass jene Methode, die, wie erwähnt, die Wirkungen der Luftdichteschwankungen, insoweit diese aus den Veränderungen der Lufttemperatur resultiren, auf die Schwingungsdauer eines Pendels mit Hilfe der Linearausdehnungs-Kompensation zu beseitigen strebt, einen wesentlichen Fehler in den Uhrgang eingeführt hat.

Eine Aenderung der Lufttemperatur überträgt sich erst allmälig auf das Pendelmaterial und bei raschem Temperaturwechsel wird die Amplitude der Lufttemperaturschwankung stets grösser sein als die Amplitude, welche die Temperatur des Pendels vollzieht. Auch werden die Maxima und Minima der Pendeltemperatur später eintreten als die Minima und Maxima der Luftdichte. Der Einfluss, den die durch Temperatur erzeugten Aenderungen der Luftdichte auf den Uhrgang haben, wird jedoch empirisch bei ganz allmäligem Temperaturwechsel ermittelt; er wirkt in entgegengesetztem Sinne als die Linearausdehnung auf die Schwingungsdauer eines Pendels und beträgt bei Quecksilberpendeln etwa den elften Theil des Einflusses der Linearausdehnung der Eisenstange. Soll also jener Einfluss der Luftdichte durch die Linearausdehnung kompensirt werden, so dürfen nur $^{10}/_{11}$ der Ausdehnung des Eisens durch die des anderen Metalls kompensirt werden, der Rest von $^{1}/_{11}$ wird von der Wirkung der Luftdichte bewältigt. Bei raschem Temperaturwechsel eilt aber der momentan zur Geltung kommende Einfluss der Luftdichte jenem der Ausdehnungskompensation voraus, was den gleichen Erfolg hat wie eine Ueberkompensation. Dieses interessante Resultat ist übrigens bereits durch Beobachtungen von Foerster[1]) bestätigt worden, welcher fand, dass die mit Quecksilberpendel versehene Uhr der Berliner Sternwarte um die Mittagszeit etwa $0{,}15^s$ gegen den Stand voraus ist, den man unter der Annahme genauer Kompensation aus zwei einschliessenden, um 24 Stunden von einander abstehenden Nachtbeobachtungen berechnen kann. Dieses Vorauseilen der Uhr fand bei bis zum Mittag steigender Temperatur statt, gerade als wäre das Pendel überkompensirt.

Aus dem Angeführten ergiebt sich also, dass die Kompensation für Linearausdehnung den Einfluss, welcher aus der durch Temperatur erzeugten Luftdichteänderung resultirt, bei raschem Temperaturwechsel, wie ihn die Tagesperiode besitzt, nicht bewältigen kann. Es erscheint vielmehr rationeller, dass dieser Einfluss der Lufttemperatur mit jenem des Luftdrucks, welche beide die Luftdichte bestimmen, vereinigt werde, um beide alsdann durch ein gemeinsames Mittel zu beseitigen. Diese Forderung für den Isochronismus der Schwingungsdauer eines Pendels schliesst noch die andere ein, dass nämlich die Geschwindigkeit, mit welcher die Temperaturen der heterogenen Metalle, aus denen die Linearausdehnungskompensation konstruirt ist, den Lufttemperaturen folgen, für alle Metalle die gleiche sei; das heisst, die Temperaturen der Pendeltheile müssen zwar unter sich übereinstimmen, können aber beliebig von der Temperatur der Luft abweichen. Man wird die letztere Bedingung erfüllen können, wenn man

1. alle Pendeltheile aus guten Wärmeleitern (Metallen) fertigt,
2. vertikale Temperaturschichtungen am Pendel vermeidet (etwa durch eine ausreichende staubfreie Ventilation),
3. die heterogenen Metalle mit gleicher Oberflächenbeschaffenheit versieht, (ein dünner Metallüberzug, wie Vergoldung oder Vernickelung ist dem Bestreichen mit einem Firniss vorzuziehen),
4. wenn die Oberflächen der Metalle sich zu einander verhalten wie die Produkte aus den Massen in die specifischen Wärmen derselben.

Sind die vorstehenden Bedingungen erfüllt, so wird nur noch erübrigen, die Einflüsse, welche die Aenderungen der Luftdichte auf die Schwingungsdauer eines

[1]) Foerster, *Abhandlungen der preussischen Akademie a. d. Jahre 1867. S. 253.*

Pendels haben, zu beseitigen. Die Versuche, diesen Zweck zu erreichen, fallen, wie bereits erwähnt, erst in die letzten Jahre. Namentlich hat sich auf der Berliner Sternwarte die Unterbringung der Uhr in einem hermetisch verschlossenen und luftverdünnten Raum als höchst vortheilhaft auf den Gang der Uhr herausgestellt. In einem solchen, als trocken vorausgesetzten Raum ist die Luftdichte von der Temperatur unabhängig, während der Atmosphärendruck völlig beseitigt ist. Es hat sich indessen aus den dortigen Untersuchungen nach Foerster herausgestellt, dass trotz wiederholten Auspumpens der Luft und Wiedereinlassens getrockneter, sich immer noch die Wirkungen zurückgebliebenen Wasserdampfes bemerkbar machten. Es wurde dies daran erkannt, dass der Druck bei steigender Temperatur rascher zunahm, als der bekannte Ausdehnungskoefficient der Luft nach dem Gay-Lussac'schen Gesetze berechnen liess. Wahrscheinlich war das zum Dichten verwandte Schweinefett der Hauptträger des Wassergehaltes, oder auch übten die Glaswände des einschliessenden Cylinders eine genügend grosse Adhäsion auf die Wasserdämpfe aus, um davon so viel trotz mehrmaligen Auspumpens zurückzuhalten, dass ihre Existenz später nachgewiesen werden konnte. Diese mit der Temperatur zunehmende Entwicklung von Wasserdampf vermehrte also die Dichte der eingeschlossenen Luft.

Herr M. Zwink[1]) benutzte die während eines fünfjährigen Zeitraumes mit grosser Ausführlichkeit in den Jahren 1881 bis 1886 angestellten Beobachtungen des täglichen Ganges der auf der Berliner Sternwarte im luftdicht verschlossenen Raume aufgestellten Uhr „Tiede 400“, sowie der auf den Gang einwirkenden Faktoren, wie Temperatur, Amplitude der Schwingungen, u. s. w., zu einer Diskussion über den Einfluss einer solchen Einsperrung der Uhr auf deren Gang. Im Allgemeinen hat sich eine wesentliche Verbesserung des Uhrganges durch die Aufstellung im abgeschlossenen luftverdünnten Raume herausgestellt. Die grösste Fehlerquelle beruhte in den vertikalen Temperaturschichtungen, welche bei einem Gradienten von 0,35° C. für ein Meter Höhendifferenz im Maximum $0{,}27^s$ auf den täglichen Gang ausübten. In der a. a. O. S. 25 bis 29 gegebenen Zusammenstellung der Resultate zeigt sich auch eine deutlich hervortretende Abhängigkeit der Schwingungsamplitude von der Dichte der Luft, indem einerseits bei niederen Wintertemperaturen, also wegen des geringeren Wasserdampfgehaltes bei geringerer Luftdichte die Amplitude des Pendels grösser als im Sommer war, andererseits diese Amplitude im Laufe der fünf Jahre eine allmälige Zunahme erkennen liess bei gleichzeitig beobachteter Abnahme des Druckes. Die Druckabnahme erklärt Zwink theils aus der Absorption des Sauerstoffes durch fortschreitende Oxydation der Metalltheile, theils aus etwaiger Verdichtung auf den Oberflächen der Wandungen, dagegen ist die Abhängigkeit der Amplituden von der Luftdichte von dem Verfasser übersehen, bzw. nicht zum Gegenstand einer Diskussion gemacht worden. Dass die Grösse der Amplitude nicht von der Lufttemperatur, sondern von der Luftdichte abhängt, zeigt gerade das Anwachsen derselben in dem fünfjährigen Zeitraum der Untersuchung, während dessen wegen der Abnahme des Druckes die Luftdichte gleichfalls kleiner wurde. Die totale Abnahme des halben Schwingungsbogen betrug nach fünf Jahren 2 Bogenminuten, die Druckabnahme 4,3 Linien, also bei dem mittleren Druck von 148 Linien etwa $^1/_{34}$. Um denselben Theil nahm wohl auch die Luftdichte in den fünf Jahren ab. Die Schwankung der Grösse des halben Schwingungs-

[1]) M. Zwink, die Pendeluhren im luftdicht verschlossenen Raume. Inaugural-Dissertation. Halle a. S. 1888.

bogens von Winter auf Sommer zeigt den Betrag von etwa — 0,4 Bogenminuten, während die Temperaturen von 4° bis 20° C. durchschnittlich stiegen. Setzt man Proportionalität zwischen Zunahme der Luftdichte und Abnahme des halben Schwingungsbogens voraus, so müsste durch das Steigen der Temperatur um 16 Grad so viel Wasserdampf gebildet worden sein, dass dadurch die Luftdichte um $^1/_{34} \cdot {^1/_5} = {^1/_{170}}$ vermehrt worden wäre, was keineswegs ausserhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt.

Wenn es nun zwar gelungen ist, durch Aufstellung der Uhr im hermetisch verschlossenen luftverdünnten Raum mit Berücksichtigung täglicher Beobachtungen von Temperatur und Amplitude einen hohen Grad der Genauigkeit in der Bestimmung des täglichen Ganges der Uhr zu erzielen, so lässt sich doch nicht läugnen, dass dies Verfahren ziemlich umständlich und nur unter besonderen Verhältnissen anzuwenden ist. Das immer dringender werdende Bedürfniss für Aufstellung einer grösseren Zahl von dem öffentlichen Zeitdienste gewidmeten Uhren in Städten und namentlich in Seehäfen lässt es vielmehr als wünschenswerth erscheinen, dass ein anderes Hilfsmittel ersonnen werde, welches ebenfalls die störenden Einflüsse der Aenderungen in der Luftdichte auf den Uhrgang beseitigt.

Man hat unter anderem versucht, an dem Uhrpendel ein Barometerrohr anzubringen, in welchem die vom Luftdruck bewegte Quecksilbersäule die erforderliche Korrektur der Schwingungsdauer besorgen sollte. Ob statt des Quecksilberbarometers die Kapsel oder das Horn eines Aneroïdbarometers dasselbe, aber in einfacherer Weise zu leisten vermag, würde sich eines Versuches lohnen[1]).

Die vorliegende Abhandlung soll einen Beitrag zur Lösung der Frage einer Kompensation für Luftdichtenänderungen liefern. Das Princip, auf welchem der nachstehende Vorschlag beruht, gab zugleich Veranlassung zur Konstruktion einer meines Wissens ganz neuen Art von Kompensation für lineare Ausdehnung, und da von dieser Konstruktion die Kompensation für die Aenderungen der Luftdichte abhängig ist, so werde ich zunächst die Ausdehnungskompensation beschreiben und hierauf die besonderen Einrichtungen erklären, durch welche auch die Einflüsse der Dichtenänderungen der Luft auf die Schwingungsdauer des neuen Pendels beseitigt werden.

I. Die Kompensation für Linearausdehnung.

Das Princip des neuen Kompensationspendels wird am einfachsten in folgender Weise erklärt.

Man denke sich einen vertikalen Stab mit einer horizontalen Drehungsaxe versehen, welche irgend wo zwischen den beiden Stabenden angebracht ist. Der oberhalb der Axe befindliche Theil des Stabes habe die Länge l, der unterhalb befindliche die Länge L, auch sei der letztere aus einem andern Metall als der obere hergestellt und habe einen Ausdehnungskoefficienten, welcher a mal so gross ist als der des oberen Metallarmes. Endlich sei am oberen Stabende eine grössere

[1]) Mehrfache Beobachtungen an verschiedenen Uhren haben die tägliche Gangänderung für ein Quecksilberpendel bei 10 *mm* Barometerschwankung zu etwa $0{,}15^s$ ergeben. Brächte man nun im Abstand von einem Meter vom Aufhängepunkt des Pendels eine Aneroïdkapsel an, deren elastischer Deckel bei derselben Barometerschwankung eine Bewegung in vertikaler Richtung = $\triangle$ Meter vollzieht, so müsste der Deckel für jedes Kilogramm Pendelmasse mit $2 \cdot 0{,}15/86400 \cdot \triangle$ Kilogramm belastet sein, wenn die Hebung und Senkung dieses Gewichtes jene Gangänderung von $0{,}15^s$ paralysiren soll. Für $\triangle = 1$ Millimeter ergiebt sich die bewegliche Masse zu 3,742 Gramm für jedes Kilogramm Pendelmasse.

Masse m und am unteren Ende eine solche von der Grösse $\varkappa\, m$ angebracht, gegen welche beide Massen die der Pendelarme L und l bei der Berechnung der Trägheitsmomente und Direktionskräfte vorläufig vernachlässigt werden mögen; auch seien zunächst die beiden Massen m und $\varkappa\, m$ ohne räumliche Ausdehnung gedacht.

Sofern nun $\varkappa\, L/l > 1$ ist, nimmt der Stab eine stabile Ruhelage an und vollzieht nach Störung derselben Schwingungen, deren Dauer sich bestimmt durch die Gleichung:

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad t = \pi \sqrt{\frac{\varkappa L^2 + l^2}{g(\varkappa L - l)}},$$

in welcher $\pi = 3{,}14159\ldots$ ist und g die Beschleunigung der Erdschwere bezeichnet. Die Grössen L und l erfahren durch Temperaturwechsel Aenderungen, indem für eine bestimmte Temperaturänderung, welche aber für beide Arme als gleich angenommen wird, sich L in $L + \triangle L$ und l in $l + \triangle l$ verwandelt. Die Verhältnisse $\triangle L/L$ und $\triangle l/l$ bezeichnen die Ausdehnungskoefficienten bezogen auf die stattgehabte Temperaturänderung. Vorausgesetzt wurde, dass

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\Delta L}{L} = a\,\frac{\Delta l}{l}$$

sei.

Soll aber nach stattgehabter Aenderung von L und l die Schwingungsdauer den gleichen Werth t wie zuvor behalten, so muss der erste Differentialquotient des Bruches unter dem Wurzelzeichen in Gleichung (1), also des Verhältnisses der Summe der Trägheitsmomente zur Differenz der Direktionskräfte in Bezug auf L und l gleich Null gesetzt werden. Wenn man die Differentiation ausführt und für eine mittlere Temperatur:

$$3) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{L}{l} = p$$

setzt, so resultirt mit Berücksichtigung der Gleichungen (2) und (3) eine Beziehung zwischen den Grössen $\varkappa$, p und a, welche die Bedingung für den Isochronismus ausdrückt.

Durch Differentiation der Gleichung (1) erhält man zunächst:

$$dt = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\varkappa L - l}{g(\varkappa L^2 + l^2)}}\;\frac{2(\varkappa L - l)(\varkappa L\,dL + l\,dl) - (\varkappa L^2 + l^2)(\varkappa\,dL - dl)}{(\varkappa L - l)^2}.$$

Substituirt man die beiden Gleichungen (2) und (3), so folgt

$$\frac{dt}{dl} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\varkappa p - 1}{g\,l(\varkappa p^2 + 1)}}\;\frac{2(p\varkappa - 1)(ap^2\varkappa + 1) - (p^2\varkappa + 1)(ap\varkappa - 1)}{(p\varkappa - 1)^2}.$$

Da das Produkt $\varkappa\, p$ wegen der Bedingung der Stabilität stets grösser als 1 sein muss, so kann dt/dl nur $=$ Null werden, wenn

$$2(p\varkappa - 1)(ap^2\varkappa + 1) = (p^2\varkappa + 1)(ap\varkappa - 1)$$

wird. Hieraus ergiebt sich die Gleichung:

$$(p\varkappa)^2 - \frac{(2p+1)a - (p+2)}{ap}\,p\varkappa - \frac{1}{ap} = 0,$$

oder:

$$4)\quad p\varkappa = \frac{1}{2ap}\left[(2p+1)a-(p+2)\pm\sqrt{[(2p+1)a-(p+2)]^2+4ap}\right].$$

Eine besondere Beachtung verdient der Fall, in welchem $p = 1$, also das Doppelpendel bei einer mittleren Temperatur gleicharmig ist; dann ist:

$$5)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\quad \varkappa = \frac{3(a-1)\pm\sqrt{9(a-1)^2+4a}}{2a}.$$

Um die Gleichungen (4) und (5) bequem diskutiren zu können, erscheint es wünschenswerth, dieselben für verschiedene Werthe von p und a zu tabellarisiren. Die Ausdehnungskoefficienten der festen Metalle liegen sämmtlich innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen, welche von den Metallen Platin mit 0,00000884 und Cadmium mit 0,0000313 für 1° C. geliefert werden. Diese beiden Zahlen stehen in dem Verhältniss: 1/3,54 zu einander; es wäre also überflüssig, die Tabelle über den Werth 3,54 hinaus zu berechnen.

Die vereinfachte Gleichung (5), für das gleicharmige Doppelpendel giltig, liefert folgende Tabelle:

I.

a	$\varkappa$	D	a	$\varkappa$	D	a	$\varkappa$	D
1,0	1,000	100	2,0	1,781	50	3,0	2,155	25
1,1	1,100	97	2,1	1,831	47	3,1	2,180	24
1,2	1,197	92	2,2	1,878	44	3,2	2,204	23
1,3	1,289	87	2,3	1,922	40	3,3	2,227	21
1,4	1,376	81	2,4	1,962	38	3,4	2,248	21
1,5	1,457	76	2,5	2,000	35	3,5	2,269	19
1,6	1,533	69	2,6	2,035	33	3,6	2,288	
1,7	1,602	65	2,7	2,068	31			
1,8	1,667	59	2,8	2,099	29			
1,9	1,726	55	2,9	2,128	27			
2,0	1,781		3,0	2,155				

Man erkennt aus vorstehender Tabelle, dass das beschriebene gleicharmige Kompensationspendel nur dann Schwingungen um eine stabile Ruhelage vollziehen kann, wenn der untere Arm einen grösseren Ausdehnungskoefficienten besitzt als der obere. Für Werthe von a, welche kleiner als 1 sind, wird auch $\varkappa$ kleiner als 1, was der Bedingung der Stabilität widerspricht. Aus diesem Grunde ist die Tabelle auch nicht auf Werthe von a unter 1 ausgedehnt worden. Die Ausdehnungskoefficienten von Zink und Eisen stehen in dem Verhältniss 2,5 zu einander. Diesem Werthe von a entspricht der Werth $\varkappa = 2$, d. h. es muss die am unteren, dem Zinkarm anzubringende Pendelmasse doppelt so gross sein, als die an dem oberen gleich langen Eisenarm. Für Bronze und Eisen ist a nahezu $= 1,6$, zu welchem Werth die Tabelle die Zahl $\varkappa = 1,533$ liefert.

Für ungleicharmige Doppelpendel dient die Gleichung (4), in welcher das Verhältniss $p = L/l$ vorkommt, also das Verhältniss der Länge des unteren Pendelarmes zu der des oberen bei einer mittleren Temperatur. Die Gleichung (4) giebt folgende Tabelle:

II. Tabelle der Werthe $p\varkappa$.

p	$a =$					
	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
0,1	6,443	5,595	4,491	3,107	1,770	1,000
0,2	4,197	3,775	3,221	2,500	1,667	1,000
0,3	3,421	3,132	2,751	2,243	1,606	1,000
0,4	3,022	2,798	2,500	2,096	1,565	1,000
0,5	2,778	2,591	2,342	2,000	1,535	1,000
0,6	2,611	2,449	2,232	1,931	1,512	1,000
0,7	2,490	2,346	2,151	1,880	1,494	1,000
0,8	2,399	2,267	2,089	1,840	1,480	1,000
0,9	2,327	2,205	2,040	1,807	1,468	1,000
1,0	2,269	2,155	2,000	1,781	1,457	1,000
1,2	2,181	2,078	1,939	1,740	1,441	1,000
1,4	2,117	2,022	1,894	1,709	1,429	1,000
1,6	2,068	1,980	1,859	1,685	1,419	1,000
1,8	2,031	1,947	1,832	1,667	1,411	1,000
2,0	2,000	1,920	1,810	1,652	1,404	1,000
2,5	1,945	1,871	1,770	1,623	1,392	1,000
3,0	1,907	1,838	1,743	1,604	1,383	1,000
4,0	1,860	1,796	1,709	1,579	1,372	1,000
5,0	1,831	1,771	1,687	1,564	1,364	1,000
7,0	1,798	1,742	1,663	1,546	1,356	1,000
10,0	1,773	1,719	1,644	1,533	1,349	1,000

Das Produkt $p\varkappa$ zeigt an, wie viel Mal das statische Moment des unteren Pendelarmes grösser sein muss als das des oberen. Auch aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass das Pendel nur dann in stabilem Zustand kompensirt werden kann, wenn der Ausdehnungskoefficient des unteren Armes der grössere ist.

Die Entscheidung, ob ein gleich- oder ein ungleicharmiges Doppelpendel sich als vortheilhafter erweist, lässt sich leichter treffen, wenn man die Grössen des Sekundendoppelpendels aus den Werthen p und $\varkappa$ berechnet und tabellarisch zusammenstellt. Zu dem Zweck setzt man die aus der Tabelle entnommenen Werthe von p und $\varkappa$ in die aus der Gleichung (1) abgeleitete

$$6) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad l = \frac{g}{\pi^2} \frac{p\varkappa - 1}{p^2\varkappa + 1}$$

ein.

Es genügt dabei, ein bestimmtes a als Beispiel herauszugreifen, um jene Entscheidung zu treffen. Ich wähle $a = 2{,}5$, was für ein Zink-Eisenpendel gilt, und erhalte die folgende Zusammenstellung. (S. Tabelle III.)

Die erste Kolumne der nachstehenden Tabelle enthält das Längenverhältniss des unteren Armes zum oberen, über dessen Wahl die Betrachtung dieser Tabelle entscheiden soll, die zweite Kolumne enthält die Länge des oberen Pendelarmes für die Schwingungsdauer = 1 Sekunde; dann folgt die Länge $L = p\,l$ des unteren Armes und in der letzten Kolumne stehen die Totallängen des zweiarmigen kompensirten Sekundenpendels.

III.

p	l	L	$l+L$
0,1	2395 *mm*	239 *mm*	2634 *mm*
0,2	1343	269	1612
0,3	954	286	1240
0,4	745	298	1043
0,5	614	307	921
0,6	524	314	838
0,7	457	320	777
0,8	405	324	729
0,9	364	328	692
1,0	331	331	662
1,2	281	337	618
1,4	243	341	584
1,6	215	344	559
1,8	192	346	538
2,0	174	349	523
2,5	141	353	494
3,0	119	356	475
4,0	90	360	450
5,0	72	362	434
7,0	52	365	417
10,0	37	367	404

Für ein sehr kleines p werden die Längen des oberen Armes sehr gross, was gegen die Regeln der praktischen Mechanik verstösst. Der obere Arm ist auf rückwirkende Festigkeit beansprucht, es liegt also die Gefahr einer Durchbiegung vor, welche mit der Länge wächst. Für ein grosses p dagegen fällt die Länge des oberen Armes des Sekundenpendels so minimal aus, dass unter der Berücksichtigung des nothwendigen Volumens der oberen Pendelmasse m kein genügender Raum für die Anbringung der Aufhängefeder und der festen das Pendel tragenden Stütze bleibt. Es erscheint somit vortheilhaft, das p höchstens zwischen den Grenzen 0,5 und 2 zu wählen. Jedenfalls verdienen die Werthe von p, welche > 1 sind, vor den andern wegen der Befürchtung einer Durchbiegung den Vorzug. Das gleicharmige Zink-Eisen-Doppelpendel mit der Schwingungsdauer einer Sekunde hat also die totale Länge von 66,2 Centimeter. Da jedoch die nicht ganz zu vernachlässigenden Massen der Pendelarme das Trägheitsmoment vergrössern, so wird in Wirklichkeit die Länge etwas geringer ausfallen.

Das Princip des neuen Kompensationspendels wird durch das Hinzutreten der Massen der Pendelarme nicht beeinflusst, auch nicht, wenn man die letzteren statt aus einfachen Stäben in durchbrochener Form, wie bei feinen Waagen üblich, herstellt. Ebenso wird im Principe nichts geändert, wenn man die anfangs gemachte Voraussetzung verlässt, dass die Massen m und $\varkappa m$ in Punkten vereinigt seien.

Eine besondere Schwierigkeit, das Doppelpendel an einem dünnen Stahlband aufzuhängen, liegt nicht vor, denn beide Pendelarme sind vollkommen starr mit einander verbunden und der Aufhängepunkt liegt weit über dem Schwerpunkt. Gerade diese Starrheit liefert einen grossen Vortheil gegenüber den Rostkompensationen und denen mit Quecksilber, bei welchen unvermeidliche Verschiebungen und Strömungen einen merklichen ungleichförmigen Einfluss auf die Grösse der

Schwingungsamplitude ausüben, wie bereits Gauss[1]) bei seinen Untersuchungen an schwingenden Magneten gefunden hat.

Die Verbindung des Doppelpendels mit der Hemmung des Uhrwerkes zur Erzielung des Impulses lässt sich ebenso leicht anbringen wie bei einem gewöhnlichen Pendel. Es wird sich sogar der Vortheil herausstellen, dass man die Hemmung am Ende des oberen Pendelarmes angreifen lassen kann, wodurch zur Erlangung der für die Auslösung des Uhrwerkes erforderlichen Elongation des Ankers eine weitaus geringere Schwingungsamplitude des Pendels erforderlich ist als am einfachen Pendel. Die Schwingungsdauer eines Pendels mit kleiner Amplitude ist aber, wie bekannt, weniger von den Schwankungen der letzteren abhängig.

Die beiden zur Kompensation verwendeten heterogenen Metalle befinden sich nicht, wie bei dem Rostpendel neben-, sondern übereinander; etwaige Temperaturschichtungen in vertikaler Lage üben also bei sonst gleichen Umständen hier einen stärkeren störenden Einfluss auf die Schwingungsdauer aus als dort. Allein die Verhältnisse sind hier auch ganz andere. Zunächst ist das Doppelpendel wesentlich kürzer als das einfache und dann soll dasselbe auch nicht im hermetisch verschlossenen Raume, sondern wie bereits erwähnt, in einem mit staubfreier Ventilation versehenenen Uhrgehäuse zur Verwendung gelangen. Eine solche Ventilation kann schon in genügendem Maasse erzielt werden, wenn man oben und unten am Uhrgehäuse Oeffnungen anbringt, welche mit Watte lose verstopft werden. Die geringere Länge des Pendels verkleinert den störenden Einfluss der Temperaturschichtungen und die Ventilation lässt einen solchen überhaupt nicht zu Stande kommen.

Der grösste Vortheil, den das besprochene Doppelpendel vor dem einarmigen hat, besteht jedoch darin, dass sich an ihm in der denkbar einfachsten Weise eine Kompensation gegen die Einflüsse der Aenderungen der Luftdichte anbringen lässt, welche ganz unabhängig von der Linearausdehnung funktionirt.

II. Die Kompensation für Luftdichteänderungen.

Bezeichnet man nach Bessel mit m die Masse eines Pendels, mit m' die Masse der von ihm verdrängten Luft, mit s den Abstand des Schwerpunktes des Pendels von seiner Drehungsaxe und mit $m\mu$ das Trägheitsmoment des Pendels, giltig für eine durch den Schwerpunkt gelegte und der Drehungsaxe parallele Axe, so würde, wenn die Schwingungsdauer des in Luft schwingenden Pendels nur durch die Verminderung der Direktionskraft, welche das Pendel durch sein Eintauchen in Luft um den Betrag von $sm'g$ erfährt, beeinflusst würde, die Länge l eines einfachen im luftleeren Raum schwingenden Pendels, welches mit jenem gleiche Schwingungsdauer hat, ausgedrückt werden durch die Gleichung:

$$7) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad l = \frac{m(\mu + s^2)}{s(m - m')} .$$

Setzt man für den mittleren Barometerstand und giltig für ein Quecksilberpendel das Verhältniss $m'/m = 1/8200$, so würde bei einer Aenderung des Barometerstandes bzw. der Luftdichte um $1/20$ des mittleren Werthes die tägliche Gangänderung des Pendels nach Gleichung (7) sich zu $0{,}27^s$ berechnen. Zahlreiche Beobachtungen haben jedoch einen weit höheren Betrag ergeben und Bessel hat theoretisch und experimentell nachgewiesen, dass ausser jener Verminderung der Direktionskraft

[1]) C. F. Gauss' Werke, Göttingen 1867. V. S. 385 Anmerkung.

noch eine Vermehrung des Trägheitsmomentes in Rechnung gestellt werden muss, die von dem an den Schwingungen des Pendels participirenden benachbarten Lufttheilchen herrührt. Bessel brachte die erforderliche Korrektion durch Hinzufügung der Grösse $m'K$ zum Trägheitsmomente des Pendels an, sodass seine Formel lautet:

$$8) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad l = \frac{m(\mu + s^2) + m' K}{m s - m' s'},$$

in welcher zugleich eine neue Grösse s' eingeführt worden ist, welche den Abstand des Schwerpunktes des Pendelraumes von der Drehungsaxe bezeichnet. Setzt man dann:

$$\frac{K}{\mu + s^2} = k,$$

und vernachlässigt den sehr kleinen Werth $m'/m\,(s - s')$ und seine höheren Potenzen, so erhält man:

$$9) \ldots\ldots\ldots \quad l = \frac{m(\mu + s^2)}{m s}\left[1 + \frac{m'}{m}(1 + k)\right].$$

Der Werth k ist für jedes Pendel experimentell zu bestimmen. Bessel selbst hat hierüber Untersuchungen angestellt und für Kugelpendel, bestehend aus einem Faden mit angehängter Elfenbein- oder Messingkugel, für welche also der Bruch m'/m sehr verschiedenen Werth hat, k zu 0,9459 gefunden. Für Quecksilberpendel, deren Hauptmasse, das Quecksilber, in cylindrischen Gefässen untergebracht ist, fand Baily $k = 1{,}34$. Aus einer Zusammenstellung Foersters (in den *Astr. Nachr. 1878, No. 2182. S. 348*) der Gangänderungen von neun Uhren mit ähnlich geformten Quecksilberpendeln ergiebt sich durchschnittlich $k = 1{,}122$. Ausserdem fand Bessel, welcher Pendel in Wasser schwingen liess, dass der Werth k wesentlich von der Form der Pendel abhing.

Vor der Anwendung der Bessel'schen Formel (8) auf das Doppelpendel ist es nöthig, die Bedeutung der Grösse K etwas genauer zu präcisiren. Dieses K ist offenbar eine Funktion der Koordinaten der Lufttheilchen, welche von dem Pendel in Mitschwingungen versetzt werden, und liefert, mit der Masse der schwingenden Luft multiplicirt, das Trägheitsmoment $m'K$, welches zu dem des Pendels in jener Formel addirt wird. Diese Vermehrung des Trägheitsmomentes $m(\mu + s^2)$ des Pendels hat logisch nur dann einen Sinn, wenn die Grösse K dieselbe Dimension wie der Werth $(\mu + s^2)$ besitzt; letzterer enthält lineare Grössen nur im Quadrat, ist also streng genommen eine Funktion von Flächengrössen; die Grösse K muss also ebenso dimensionirt sein. Hieraus folgt, dass man das Produkt $m'K$ auch als einen Widerstand gegen die Bewegung in einem Medium auffassen kann, denn auch ein solcher ist gleich einer Masse multiplicirt mit einer Funktion von Flächengrössen. Der Widerstand, den ein Schiff im Wasser erfährt, ist dem eintauchenden Maximalquerschnitt proportional, er hängt aber ausserdem noch von der Form des Schiffes ab. Ebenso wird auch die Grösse K von der Form des Pendels abhängen, was übrigens, wie bereits erwähnt, aus den Beobachtungen Bessel's, Baily's u. A. hervorgeht. Für zwei Pendel von gleicher Form, aber verschieden grossem Maximalquerschnitt werden sich die zugehörigen K wie die Maximalquerschnitte verhalten. Hiervon soll in dem Folgenden Gebrauch gemacht werden.

Es ist dann ferner zu berücksichtigen, dass in der Bessel'schen Formel in dem Produkte $m's'$ im Nenner der Faktor m' die Luftmasse bedeutet, welche

von dem Pendelvolumen verdrängt wird, dass also das Produkt $m's'$ die Grösse angiebt, um welche das statische Moment durch das Eintauchen in Luft verringert wird. Dagegen soll das Produkt $m'K$ im Zähler ausdrücken, dass die Vermehrung des Trägheitsmomentes zwar im Allgemeinen der Luftdichte, welche in m' steckt, proportional ist, doch kann nicht behauptet werden, dass die an der Schwingung theilnehmende Luftmasse ebenso gross sei als die das Pendelvolumen ausfüllende. Jene hängt offenbar noch von der Form des Pendels ab, welche auf die Tiefe von Einfluss ist, bis zu welcher in der Nachbarschaft des schwingenden Pendels sich die Mitbewegung der Luft erstreckt. Mag nun die mitschwingende Luftmenge grösser oder kleiner sein als die von dem Pendelvolumen verdrängte, so kann man das m' im Zähler mit dem m' im Nenner der Bessel'schen Formel identificiren, wenn man den Vorbehalt macht, dass in dem Werthe K ein Faktor enthalten ist, welcher die Verschiedenheit beider Luftmengen wieder ausgleicht. Für ein und dasselbe Pendel ist es gleichgiltig, wie man dies auffasst, für Pendel von verschiedener Form und Dichte werden die Werthe K verschieden ausfallen. Bei zwei Pendeln von gleicher Form, aber verschiedenem Volumen, werden die K sich verhalten wie die Maximalquerschnitte senkrecht zur Bewegungsrichtung. Schaltet man dieses Verhältniss als Faktor aus den Werthen K aus, so werden letztere bei gleicher Form, aber verschiedenem Volumen wieder einander gleich. An Stelle des Verhältnisses der Maximalquerschnitte kann man auch das der $^2/_3$ Potenzen ihrer ähnlichen Volumina setzen.

Nach diesen Betrachtungen soll nun zur Anwendung der Bessel'schen Formel auf das zweiarmige Pendel zu dem Zwecke geschritten werden, eine Kompensation für Luftdichteänderungen zu schaffen. Das Princip dieser Konstruktion beruht in Folgendem.

Die Luftmenge, welche von der im I. Abschnitt mit $\varkappa\, m$ bezeichneten Masse am unteren Pendel verdrängt wird, vermindert die Direktionskraft auf das Pendel. Dagegen vermehrt das Eintauchen der Masse m am oberen Pendelarm die hier wirkende Direktionskraft. Wenn nun die Vermehrung oben die Verminderung unten um so viel überwiegt, dass ihre Differenz, multiplicirt mit der Erdschwere, die von der Grösse K herrührende Vermehrung des Trägheitsmomentes bewältigen kann, so wird bei jeder Luftdichte das Verhältniss der Summe der Trägheitsmomente zur Summe der Direktionskräfte und demnach auch die Schwingungsdauer konstant bleiben.

Hierzu ist erforderlich, dass die von der oberen Masse m verdrängte Luftmenge grösser sei als die von $\varkappa\, m$ verdrängte. Da aber $\varkappa > 1$ ist, so folgt, dass die Dichte der oberen Masse m wesentlich kleiner sein muss als die der Masse $\varkappa\, m$. Es ist jedoch nicht nöthig, die obere Pendelmasse aus specifisch leichterem Metall herzustellen, es genügt, wenn man sie in entsprechender Weise mit Hohlräumen versieht, welche jedoch von der äusseren Luft hermetisch abgeschlossen sein müssen.

Um die Uebersichtlichkeit der folgenden Entwicklungen zu wahren, sollen wiederum Volumen und Massen der Pendelarme gegen die gleichen Grössen der Pendelmassen m und $\varkappa\, m$ vernachlässigt werden. Es kommt also darauf an, das Verhältniss des Volumens der oberen Masse m zu dem der unteren Masse $\varkappa\, m$, welches mit n bezeichnet werden mag, zu berechnen.

Die Schwingungsdauer des im I. Abschnitt beschriebenen gleicharmigen Doppelpendels berechnet sich unter der Berücksichtigung seines Eintauchens in Luft nach der Formel:

$$10) \quad \ldots \quad t = \pi \sqrt{\frac{1}{g}} \left[\frac{(m \varkappa l^2 + m' K) + (m l^2 + m' n^{\frac{2}{3}} K)}{(m \varkappa l - m' l) - (m l - m' n l)} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Durch eine einfache Umformung erhält man:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l(\varkappa + 1)}{g(\varkappa - 1)}} \left[\frac{1 + \frac{m' K}{m l^2} \cdot \frac{1 + n^{\frac{2}{3}}}{\varkappa + 1}}{1 + \frac{m'}{m} \cdot \frac{n - 1}{\varkappa - 1}} \right]^{\frac{1}{2}},$$

oder durch eine erlaubte Annäherung, und wenn man statt K/l^2 den Bessel'schen Werth k einführt:

$$11) \quad \ldots \quad t = \pi \sqrt{\frac{l(\varkappa + 1)}{g(\varkappa - 1)}} \left[1 + \frac{m'}{2m} \left(k \frac{1 + n^{\frac{2}{3}}}{\varkappa + 1} - \frac{n - 1}{\varkappa - 1} \right) \right].$$

Soll diese Schwingungsdauer bei wechselnder Luftdichte konstant sein, so muss der erste Differentialquotient von t in Bezug auf m' gleich Null gesetzt werden, d. h. es muss

$$12) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad k \frac{1 + n^{\frac{2}{3}}}{\varkappa + 1} - \frac{n - 1}{\varkappa - 1} = 0$$

sein. Setzt man $(\varkappa - 1)/(\varkappa + 1)$ zur Abkürzung $= q$, so erhält man die Bestimmungsgleichung für n, nämlich:

$$13) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad n = 1 + kq(1 + n^{\frac{2}{3}}),$$

welche vom dritten Grade ist. Für ein ungleicharmiges Doppelpendel muss das Verhältniss p der beiden Armlängen zu einander wieder eingeführt werden. An Stelle der Ausgangsgleichung (10) tritt alsdann die folgende:

$$14) \quad \ldots \quad t = \pi \sqrt{\frac{1}{g}} \left[\frac{\varkappa m p^2 l^2 + m' K + m l^2 + m' n^{\frac{2}{3}} K_1}{\varkappa m p l - m' p l - m l + m' n l} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Die Grössen K und K_1 durch die Quadrate ihrer zugehörigen Armlängen $p^2 l^2$ und l^2 dividirt, liefern wiederum den gleichen Bessel'schen Werth k. In derselben Weise wie zuvor ergiebt sich die Bedingungsgleichung für den Isochronismus bei wechselnder Luftdichte:

$$15) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad k \frac{p^2 + n^{\frac{2}{3}}}{p^2 \varkappa + 1} - \frac{n - p}{\varkappa p - 1} = 0,$$

und wenn man

$$16) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\varkappa p - 1}{\varkappa p^2 + 1} = Q$$

zur Abkürzung setzt, die Bestimmungsgleichung für n:

$$17) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad n = p + k\,Q\,(p^2 + n^{\frac{2}{3}}).$$

Auch diese Gleichung ist wie die Gleichung (13), welche letztere aus der vorstehenden resultirt, wenn man $p = 1$ setzt, wodurch dann Q in q übergeht, vom dritten Grade. Beide liefern je eine positive reelle Wurzel. Die grosse Bedeutung der Gleichung (17), welche besagt, dass durch passende Wahl der Grösse n, des

Verhältnisses des Volumens der oberen zu dem der unteren Pendelmasse ein Isochronismus des Pendels im lufterfüllten und luftleeren Raum eintritt, rechtfertigt es, wenn ich nachstehend die Gleichung (17) von andern Gesichtspunkten, als es Bessel gethan, ausgehend, nochmals abzuleiten versuche. Zu dem Zweck nehme ich zunächst an, das zweiarmige Doppelpendel schwinge im luftleeren Raum. Die einzelnen Faktoren des Pendels seien wie zuvor bezeichnet, nämlich:

l die Länge des oberen Armes,
$p\,l$ die Länge des unteren Armes,
m die obere Pendelmasse,
$\varkappa\,m$ die untere Pendelmasse,
n das Verhältniss des Volumens der oberen Masse zu dem der unteren.

Der Quotient der Summe der Trägheitsmomente zur Summe der Direktionskräfte, welcher die Schwingungsdauer bestimmt, ist alsdann:

$$18) \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\varkappa\, m\, p^2 l^2 + m\, l^2}{(\varkappa\, m\, p\, l - m\, l)\, g}\,.$$

Bringt man nun das Pendel in den lufterfüllten Raum, so erleidet die Bewegung der Schwingungen einen Luftwiderstand, welcher mit den Pendellängen multiplicirt als hemmendes Drehungsmoment wirkt. Die Grösse des Luftwiderstandes ist bei den geringen Bewegungsgrössen der Geschwindigkeit direkt proportional zu setzen. Es folgt dies aus den genugsam bekannten Beobachtungen der Amplitudenabnahme in Luft frei schwingender Pendel. Ausserdem hängt die Grösse des Luftwiderstandes noch von der Form der Massen und von der Grösse des Maximalquerschnittes senkrecht zur Bewegungsrichtung ab. Haben beide Pendelmassen gleiche Form, so ist der Luftwiderstand an der oberen Pendelmasse $n^{\frac{2}{3}}$ mal so gross als der an der unteren, d. h. er ist dann dort im Verhältniss der Maximalquerschnitte, welche sich wie die Oberflächen verhalten, grösser.

Nennt man die Grösse des Luftwiderstandes bei einer bestimmten Form der Pendelmassen (Cylinder, Kugel oder Linse), welcher an der Hebellänge 1 auf den Maximalquerschnitt der unteren Masse wirkt $= w$, so wird er an der Armlänge l bei l mal so grosser Geschwindigkeit die Grösse $l\,w$ haben und bei der Armlänge $p\,l$, welche der untere Pendelarm besitzt, den Werth $p\,l\,w$. Ebenso ergiebt sich der Luftwiderstand an dem n mal grösseren Volumen am oberen Arm mit der Länge l zu dem Betrage $l\,n^{\frac{2}{3}}\,w$. Diese beiden Luftwiderstände wirken aber, wie gesagt, an ihren zugehörigen Armlängen als Drehungsmomente und zwar als solche, welche die Bewegung hemmen. Diese Drehungsmomente werden erhalten, wenn man die Widerstände mit den Hebellängen multiplicirt. Am unteren Arm wirkt also das Drehungsmoment $p^2\,l^2\,w$ und am oberen ein solches von der Grösse $l^2\,n^{\frac{2}{3}}\,w$. Durch das Hinzukommen dieser Grössen wird die Arbeit, welche die Schwerkraft zu leisten hat, vergrössert. Wäre nur die Kraft zur Verfügung, welche das Pendel im luftleeren Raum treibt, so würde nothwendiger Weise im lufterfüllten Raum die Zeit, innerhalb deren das Pendel von seiner grössten Elongation bis zur Ruhelage gelangt, also die von der Schwere zu leistende Arbeit verrichtet wird, grösser sein als im luftleeren Raum. Durch das Eintauchen in Luft treten jedoch neue Kräfte zu der Schwerkraft hinzu: Es sind die Auftriebe, welche proportional den Grössen der Volumina der Pendelmassen entgegengesetzt der Schwerkraft wirken. Diese Kräfte greifen aber ebenfalls als Drehungsmomente an ihren entsprechenden Hebellängen an. Beträgt der Auftrieb, den das Volumen der unteren Pendelmasse erfährt $= A$,

so wird der für die n mal grössere obere Pendelmasse $= n\,A$ sein. Multiplicirt man beide Kräfte mit den zugehörigen Hebellängen, so erhält man als Drehungsmoment für den oberen Pendelarm $l\,n\,A$ sin φ, wenn φ den Winkel bezeichnet, um welchen das Pendel von der vertikalen Lage abweicht. Da dieser Winkel sehr klein ist, so kann man φ statt sin φ setzen und erhält als Direktionskraft für die obere Pendelmasse $l\,n\,A$. Diese Kraft wirkt in dem nämlichen Sinne wie die Schwerkraft, beide addiren sich zu einander. Ebenso erhält man für die untere Pendelmasse $p\,l\,A$ als Direktionskraft, welche von dem Auftrieb der Luft herrührt. Diese letztere wirkt der Direktionskraft der Erdschwere entgegen. Man kann nun durch entsprechende Wahl von n den Werth $l\,n\,A$ so sehr vergrössern, dass die Differenz $(l\,n\,A - p\,l\,A)$ positiv und von einem solchen Betrage wird, dass sie die durch Luftwiderstände hinzugetretenen Arbeitsgrössen in der gleichen Zeit leisten kann, innerhalb deren die Direktionskräfte der Erdschwere auf die Pendelmassen ihre Arbeit im luftleeren Raume leisten.

Wenn also die Summe der Drehungsmomente des Luftwiderstandes $(p^2 l^2 w + l^2 n^{\frac{2}{3}} w)$ zu der Summe der Direktionskräfte des Auftriebes: $(n l A - p l A)$ in dem nämlichen Verhältniss steht als die Summe der Trägheitsmomente der Pendelmassen zur Summe der Direktionskräfte im luftleeren Raume, so wird durch die Addition der Zähler und Nenner beider Verhältnisse ein neues von derselben Grösse erhalten werden. Diese Addition hat aber die Bedeutung, dass man das Pendel aus dem luftleeren in den lufterfüllten Raum bringt. Die Bedingung für den Isochronismus lautet daher als Formel: es muss der Quotient (18):

$$19) \ldots\ldots\ldots \quad \frac{\varkappa\, m\, p^2 l^2 + m l^2}{g(\varkappa m p l - m l)} = \frac{(p^2 l^2 + n^{\frac{2}{3}} l^2)\frac{w}{A} g}{g\,(l n - p l)}$$

sein. Setzt man wiederum $(p\varkappa - 1)/(p^2\varkappa + 1) = Q$, so folgt aus (19) die Bestimmungsgleichung für n:

$$20) \ldots\ldots\ldots \quad n = p + Q\,\frac{w}{A}\,g\,(p^2 + n^{\frac{2}{3}}),$$

welche mit der Gleichung (17) identisch ist, sofern man $wg/A = k$ setzt.

Aus den Gleichungen (17) und (20) ergiebt sich also das interessante Resultat, dass man ein Doppelpendel gegen die Aenderungen der Luftdichte kompensiren kann, wenn man das Volumen der Pendelmasse am oberen Arm soweit vergrössert, dass die Bestimmungsgleichung für n erfüllt ist. Nachdem man sich für ein bestimmtes p entschieden hat, so folgt aus diesem und aus den Ausdehnungskoefficienten der beiden Metalle der Werth Q, sodass schliesslich nur die Grösse k bzw. wg/A zu ermitteln bleibt. Dieser Faktor ist indessen noch zu wenig bekannt. Bessel bestimmte ihn für an Fäden schwingende Kugeln zu 0,9459; bei einem Quecksilberpendel schwankt k zwischen 1,1 und 1,4. Mit Sicherheit lässt sich dieser Werth wohl schwerlich im Voraus angeben, selbst nicht, wenn die Form der Pendelmassen mathematisch genau präcisirt ist. Die Pendelstangen, die Köpfe der Befestigungs- und Justirschrauben, die Oberflächenbeschaffenheit des Pendels und wohl auch die Grösse und Form des Uhrgehäuses üben einen merklichen Einfluss auf die Grösse k aus. Jedenfalls muss das Pendel so konstruirt sein, dass k möglichst klein ausfalle und dies kann etwa durch Linsenform für die beiden Hauptpendelmassen sowie durch zweischneidige Form der Pendelstangen erreicht werden. Um einen Ueberblick über den Einfluss von k auf die Grösse n zu geben, habe ich nach-

stehend für verschiedene Werthe von p und für den speciellen Fall eines Zink-Eisen-Pendels, für welches das Ausdehnungsverhältniss etwa = 2,5 ist, die Gleichung (17) tabellarisirt. Die Grössen k sind zwischen den Grenzen 0 und 1,4 genommen, p zwischen 0,5 und 2. Die Tabelle soll nicht zur Entnahme eines genauen Werthes von n für einen speciellen Fall, sondern nur zur Orientirung dienen.

IV. Tabelle der Werthe n für ein Zink-Eisen-Pendel.

k	$p =$											k
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
1,4	2,164	2,059	2,054	2,102	2,179	2,274	2,496	2,744	3,004	3,276	3,553	1,4
1,3	1,959	1,895	1,913	1,973	2,057	2,157	2,383	2,631	2,889	3,157	3,429	1,3
1,2	1,771	1,743	1,780	1,851	1,941	2,044	2,274	2,520	2,776	3,040	3,308	1,2
1,1	1,600	1,602	1,655	1,734	1,830	1,936	2,167	2,412	2,665	2,925	3,188	1,1
1,0	1,444	1,471	1,537	1,624	1,724	1,832	2,064	2,307	2,557	2,813	3,071	1,0
0,9	1,303	1,349	1,426	1,520	1,623	1,733	1,964	2,205	2,451	2,702	2,955	0,9
0,8	1,174	1,237	1,323	1,421	1,527	1,637	1,868	2,106	2,348	2,594	2,842	0,8
0,7	1,057	1,134	1,226	1,328	1,434	1,545	1,775	2,009	2,247	2,487	2,731	0,7
0,6	0,951	1,038	1,135	1,239	1,346	1,458	1,684	1,914	2,148	2,383	2,621	0,6
0,5	0,855	0,949	1,050	1,155	1,263	1,373	1,596	1,822	2,051	2,281	2,513	0,5
0,4	0,769	0,867	0,970	1,076	1,183	1,292	1,511	1,733	1,957	2,181	2,407	0,4
0,3	0,691	0,792	0,896	1,001	1,107	1,214	1,429	1,646	1,864	2,084	2,303	0,3
0,2	0,621	0,723	0,826	0,930	1,034	1,140	1,350	1,562	1,774	1,988	2,200	0,2
0,1	0,557	0,659	0,761	0,863	0,965	1,068	1,274	1,480	1,686	1,893	2,099	0,1
0,0	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	0,0

Als Beispiel wähle ich zunächst ein gleicharmiges Doppelpendel, für welches die mit $p = 1,0$ überschriebene mittlere Vertikalkolumne gilt. Für $k = 0$ bis $k = 1,4$ wächst n von 1 bis 2,274. Ein Pendel, welches dem Luftwiderstand eine Cylinderfläche entgegenstellt, ähnlich wie ein Quecksilberpendel, wobei die Axe des Cylinders vertikal und senkrecht gegen die Bewegungsrichtung der Schwingungen steht, hat etwa den Werth $k = 1,2$. Die Tabelle liefert dafür die Grösse $n = 2,044$, und da für Zink-Eisen das Verhältniss der unteren Pendelmasse zur oberen wegen der Linear-Ausdehnungskompensation $\varkappa = 2,00$ sein muss, so würde demnach die obere Pendelmasse durch anzubringende Hohlräume in dem Verhältniss 1 : 4,088 specifisch leichter zu machen sein. Nimmt man statt der Cylinder- die Kugelform für die Pendelmassen, so wird $k = 1$ und $n = 1,832$. Es giebt Formen, für welche der Widerstand in einem flüssigen oder gasförmigen Medium noch weitaus geringer als bei einer Kugel ist, man denke nur an die Schiffsformen oder die in der Neuzeit mehrfach in Aufnahme gelangten Formen der Fischtorpedos. Für Pendel hat man die Nothwendigkeit eines geringen Luftwiderstandes schon lange erkannt und diesen Zweck bekanntlich durch die Linsenform zu erreichen gesucht. Für flache Linsen wird es nicht schwierig sein, den Werth k auf die Grösse 0,5 oder noch darunter zu bringen. Uebrigens liegt auch nicht gerade die Nothwendigkeit eines kleinen k vor, da nichts im Wege steht, das n auf jede beliebige Grösse zu bringen. Wichtiger ist die Möglichkeit, den Werth k durch geeignete Mittel innerhalb mässiger Grenzen veränderlich, also justirbar zu machen. Wäre man z. B. auf Grund angestellter Beobachtungen zu dem Resultat gelangt, dass eine bestimmte vom Verfertiger leicht herzustellende Form dem k den mittleren Werth 1,0 ertheilte, dass jedoch derselbe

nur auf etwa $^1/_{20}$ seines Betrages verbürgt erscheine, so würde man zunächst dem Pendel ein n von der zu $k = 0{,}95$ gehörenden Grösse bei der Anfertigung der oberen Pendelmasse geben und dann eine Vorrichtung am Pendel anbringen, mittels deren man den Werth k beliebig bis um etwa 10 Prozent vergrössern könnte. Giebt es eine solche regulirbare Vorkehrung, so kann das einmal gewählte Volumenverhältniss der oberen zur unteren Pendelmasse in genaue der Gleichung (17) entsprechende Uebereinstimmung mit dem k gebracht werden, welche für den Isochronismus erforderlich ist. Ich glaube, dass man durch die folgende Konstruktion diesen Zweck erreichen kann.

Es werden eine Anzahl kleiner aus dünnem Blech gefertigter Doppelkreissektoren fächerartig auf einer gemeinsamen durch den Schwerpunkt der Sektoren gehenden Drehungsaxe befestigt, sodass letztere senkrecht zu den unter sich parallelen Ebenen der Sektoren steht. Die Sektoren lassen sich derart um die Axe drehen, dass sie eine grössere oder kleinere Fläche dem Luftwiderstand darbieten. Diese Vorrichtung wird je nach Bedürfniss in grösserer oder geringerer Entfernung vom Aufhängepunkt am Pendel angebracht, sodass die Fächeraxe in die Richtung der Pendelbewegung fällt. Die Gesammtfläche aller Sektoren braucht nur wenige Procente des Maximalquerschnittes aller Pendeltheile senkrecht zur Schwingungsebene des Pendels zu betragen, um den Werth k innerhalb der wünschenswerthen Grenzen beliebig verändern zu können.

Die Justirung der Kompensation für wechselnde Luftdichte lässt sich also mit Hilfe der angegebenen Fächervorrichtung leicht bewerkstelligen. Einer zweiten Berichtigung auf empirischem Wege bedarf die Kompensation für Linearausdehnung. Für diese muss die Gleichung (4) erfüllt werden, was auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden kann.

1. Man verändert den Werth $\varkappa$, indem man von der oberen oder der unteren Pendellinse etwas Masse entfernt oder zu einer derselben zufügt.
2. Man verändert den Werth p, indem man eine der beiden Pendellinsen in vertikaler Richtung verschiebt.

Jede der beiden vorgenannten Berichtigungen beeinflusst zwar zugleich die Kompensation für Luftdichteänderung, jedoch in so geringem Grade, dass es kaum nothwendig erscheint, kleinere Justirungen der ersteren vor der letzteren vorzunehmen. Nur bei stärkeren Abweichungen der drei maassgebenden Faktoren $\varkappa$, p, und a von der Bedingung der Gleichung (4) ist es rathsam, die Justirung der Linear-Ausdehnungskompensation vor der anderen vollendet zu haben.

Um schliesslich das Pendel auf eine bestimmte Schwingungsdauer einzustellen, verschiebt man beide Pendellinsen derart gleichzeitig, dass das Verhältniss p bestehen bleibt, d. h. die untere Pendellinse muss beispielsweise um i/p dem Aufhängepunkt genähert werden, wenn man die obere demselben um i ebenfalls genähert hat. Durch solches Näherbringen der Hauptpendelmassen zu einander wird die Schwingungsdauer verkleinert, ohne dass dadurch eine der beiden Kompensationen verloren geht. Für feinere Einstellungen während des Ganges kann man sich auch des Mittels bedienen, welches bei den bis jetzt gebräuchlichen Pendeln benutzt wird; es besteht in der Verschiebung einer Metallklammer an der Suspensionsfeder, durch welche die Schwingungsaxe des Pendels höher oder tiefer gebracht wird, ohne dass dabei das Pendel selbst eine Lagenveränderung erfährt. Das Doppelpendel ist gegen eine geringe Verschiebung der Schwingungsaxe weitaus empfindlicher als das einfache Pendel; allein gerade die ausserordentliche Kleinheit dieser

Verschiebung hat den Vortheil, dass durch sie das für die beiden Kompensationen fixirte p ganz unwesentlich geändert, also die Richtigkeit der Kompensation kaum gestört wird.

Da die Verschiebung des Drehungspunktes an der Suspensionsfeder ein wesentlich einfacheres Mittel zur Berichtigung der Schwingungsdauer ist als die gleichzeitige Verschiebung beider Pendelmassen, und dasselbe gegenüber der letzteren noch den Vortheil bietet, dass es angewandt werden kann, ohne das Pendel in seinen Schwingungen zu stören, so ist der Nachweis, in welchem Grade die Kompensation dadurch beeinflusst wird, von grosser Wichtigkeit.

Als Beispiel wähle ich ein gleicharmiges Zink-Eisen-Pendel und untersuche, welchen Einfluss die Verschiebung des Drehungspunktes auf die Kompensation für Linearausdehnung hat.

Die Differentiation der Gleichung

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \sqrt{\frac{p^2 \varkappa + 1}{p \varkappa - 1}}$$

liefert, wenn man $p = 1$ und $\varkappa = 2$ (nach Tabelle I oder II) setzt:

$$21) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad dp = -3 \frac{dt}{t}.$$

Wollte man nun annehmen, das Pendel bedürfte einer Korrektion seiner Schwingungsdauer, von solcher Grösse, dass der tägliche Gang sich um den grossen Betrag von $\pm$ 1 Minute änderte, so wäre $dt/t = \pm\, ^1/_{1440}$, also $dp = \mp\, 0{,}0021$, d. h. das Pendel ist nun nicht mehr gleicharmig, sondern seine Arme stehen in dem Verhältniss 1,0021 zu einander. Es entspricht dies einer Verschiebung des Drehpunktes von etwa 0,3 *mm* bei einem Sekundenpendel.

Um nun weiter zu untersuchen, welchen Einfluss eine solche Verschiebung auf die Kompensation hat, während das Verhältniss $\varkappa$ der beiden Pendelmassen zu einander unverändert, also die zufolge der Tabelle II eigentlich erforderliche Aenderung ungeschehen bleibt, differentiire ich die nämliche Gleichung wie zuvor aber in der Form

$$t = \pi \sqrt{\frac{L^2 \varkappa + l^2}{g(L\varkappa - l)}}$$

in Bezug auf die Grösse l und berücksichtige, dass L in $L + \Delta L$ übergeht, wenn bei der nämlichen Temperaturänderung l in $l + \Delta l$ sich verwandelt, und dass $\Delta L = a\, p\, \Delta l$, L aber für eine mittlere Temperatur $= pl$ ist. Ich erhalte alsdann die Gleichung:

$$22) \ldots \frac{dl}{l} = 2 \frac{p^2 \varkappa^2 - p\varkappa(p-1) - 1}{p^2 a \varkappa^2 - p\varkappa[(2p+1)a - (p+2)] - 1} \frac{dt}{t}.$$

Setzt man dann an Stelle von p überall den Werth $1 + dp$, vernachlässigt das Quadrat und die höheren Potenzen von dp und setzt schliesslich $\varkappa = 2$ und $a = 2{,}5$, so erhält man die Gleichung:

$$23) \ldots \ldots \ldots \quad \frac{dt}{t} = 2{,}1516\, dp \frac{dl}{l},$$

und wenn man für dp seinen Werth 0,0021 einsetzt:

$$24) \ldots \ldots \ldots \quad \frac{dt}{t} = 0{,}0045 \frac{dl}{l}.$$

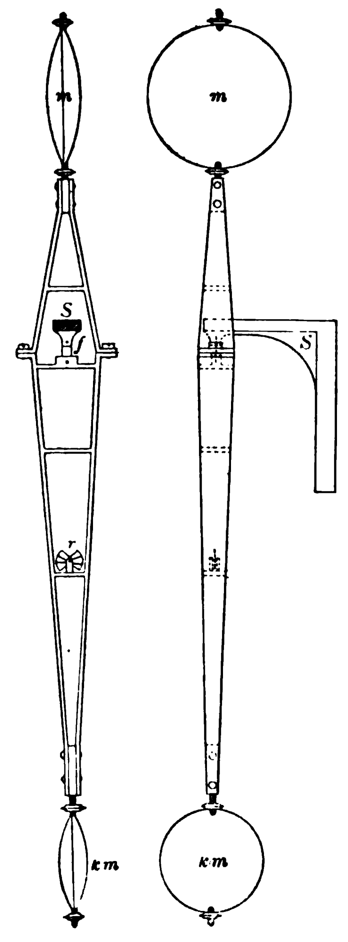
Das Verhältniss dl/l bezeichnet den Ausdehnungskoefficienten des Eisens. Für einen Grad Celsius ist dieser Werth = 0,0000116, also

$$\frac{dt}{t} = 0{,}0000000522$$

der Betrag, um welchen die Schwingungsdauer des Pendels sich ändert, wenn die Temperatur um 1 Grad Celsius ab- oder zunimmt. Durch Multiplikation mit 86400 erhält man den täglichen Gang der Uhr in seiner Abhängigkeit von der Temperatur, nämlich:

$$25) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad dt = 0{,}0045^s,$$

d. h. also: Durch die Verschiebung des Drehpunktes um eine Länge, welche den täglichen Gang der Pendeluhr um 1 Minute ändert, wird die Linear-Ausdehnungskompensation so wenig derangirt, dass für jeden Temperaturgrad sich der tägliche Gang nur um $0{,}0045^s$ ändert.



Die Uhrkorrektion von 1 Minute auf den Tag ist eine ziemlich bedeutende; man kann daher für kleinere Aenderungen der Schwingungsdauer unbedingt sich des vorgeschlagenen Mittels bedienen, ohne befürchten zu müssen, dass die Ausdehnungskompensation durch dasselbe wesentlich gestört werden würde.

Für kleinere a, z. B. für ein Bronze-Eisen-Pendel, stellt sich der Fehler noch bedeutend geringer heraus.

Die Kompensation für Luftdichteänderungen wird natürlich durch das besprochene Mittel in noch weitaus geringerem Grade beeinflusst, da es sich hier um viel kleinere Zeitgrössen handelt als bei der Linearausdehnung.

In den nebenstehenden Figuren ist eine Form des Doppelpendels von der Seite und von vorn abgebildet, wobei der untere Arm doppelt so lang als der obere gewählt ist. Bei r erblickt man die besprochene Fächerjustirung, f ist die Suspensionsfeder, S die feste Stütze, welche das Pendel trägt. Letztere ist seitlich im Uhrgehäuse angebracht, es hat jedoch keine praktische Schwierigkeit, dieselbe an der Rückwand zu befestigen.

Wird das Pendel mit Zink und Eisen kompensirt, so hat die Zeichnung etwa $^1/_5$ der natürlichen Grösse. Für Bronze und Eisen wäre der Maassstab = $^3/_{10}$ der natürlichen Grösse zu setzen. Während also eine Rostkompensation mittels Bronze und Eisens nur durch Vermehrung der Pendelstangen möglich wird, kann das Doppelpendel für diese beiden Metalle durch Verkleinerung der Dimensionen kompensirt werden.

Als Endresultat stellen sich folgende principielle Eigenthümlichkeiten des neuen Pendels heraus:

1. Das Pendel ist zweiarmig, seine Arme sind aus heterogenen Metallen gefertigt.
2. Der lineare Ausdehnungskoefficient für Wärme des unteren Armes ist der grössere.
3. Die Kompensation für Linearausdehnung wird erreicht durch Fixation des Massenverhältnisses,
4. Die Kompensation für Luftdichteänderung durch Fixation des Volumenverhältnisses der beiden vertikal übereinander befindlichen Hauptpendelmassen.
5. Die beiden letzteren Kompensationen (3 und 4) sind von einander getrennt und funktioniren unabhängig von einander.

Frankfurt a. M., November 1888.

Abänderung eines Gefällmessers und Nivellirinstrumentes nebst Bemerkung über die Elevationsschraube.

Von
Prof. Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

Der Nivellirdiopter und Gefällmesser von Staudinger[1]) ist ein mit Recht beliebtes und bei Arbeiten des gewöhnlichen Wegbaues viel angewendetes Instrument. Gleichwohl sind an demselben einige nicht gleichgiltige Ausstellungen zu machen. Gelegentlich der Neuanschaffung eines Nivellirdiopters und Gefällmessers habe ich durch die mathematisch-mechanische Werkstatt von L. Tesdorpf in Stuttgart verschiedene Abänderungen an dem Staudinger-Instrument ausführen lassen, wodurch die erkannten Mängel beseitigt wurden und ein wesentlich besserer Apparat entstand, dessen Handhabung eher leichter und deren Preis nicht nennenswerth höher ist als der des alten Staudinger'schen Instrumentes.



Fig. 1.

Um dem Absehen stets dieselbe Höhe über dem Aufstellungspunkte zu verleihen, ist die drehbare Zielvorrichtung des Staudinger'schen Instruments (Fig. 1) auf einem Stock befestigt, welcher möglichst senkrecht stehen und den Fussboden gerade noch berühren soll. Der obere Theil dieses Stockes ist als dreiseitiges Prisma gearbeitet, auf dessen Seitenflächen je eine Schraubenspindel rechtwinklig hervorragt. Die Beine des Stativs sind oben geschlitzt und die Schraubenspindeln gehen durch die Schlitze.

[1]) Zuerst beschrieben von Ed. Heyer in *Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1865, S. 9.* Ausführlicher besprochen und wie oben abgebildet in Bohn, *Landmessung, § 275, S. 508.*

Durch Anziehen der über die Schraubenspindeln geworfenen Muttern werden die Beine, deren Längen vermöge der Schlitze veränderlich sind, gegen das Prisma gepresst, um solche Reibung zu erzeugen, welche unbeabsichtigter Verstellung vorbeugt. Die Aufstellung soll so erfolgen, dass nur die drei Stativbeine tragen, der mittlere Stock aber, ohne zu tragen, gerade nur den Boden berührt. Wie man das zweckmässig ausführt, habe ich gelegentlich umständlich beschrieben. Wenn die gute Vollendung auch nicht grade schwierig ist, so muss doch einige Uebung ihr vorausgehen und ich habe beim Unterricht oft gefunden, dass Anfänger nicht leicht damit zurecht kommen, sondern ein Aufstehen auf vier Füssen, damit Unsicherheit und Wackeln hervorbringen.

Bei der neuen Anordnung (Fig. 2) wird ein gewöhnliches Scheibenstativ verwendet, das bei aller Leichtigkeit sehr fest und sicher steht. Die eiserne Scheibe ist ein Sechseck, von welchem drei Seiten geschweift und drei gerade sind, und in diesen liegen die Drehaxen für die Beine. Aus der Mitte der eisernen Scheibe erhebt sich eine federnde Messinghülse *G*, durch welche der Stock *F* geht, der den oberen Theil des Instrumentes trägt. Das dreibeinige Stativ wird wie jedes andere aufgestellt und es ist bekanntlich selbst bei unbequemen Bodenverhältnissen leicht, die Scheibe sehr annähernd waagerecht zu bringen, also die Hülse nahezu senkrecht. Nachdem die mit eisernen Spitzen versehenen Beine fest in den Boden eingedrückt sind, wird der Stock in der Hülse niedergeschoben, bis er am Boden aufsteht.

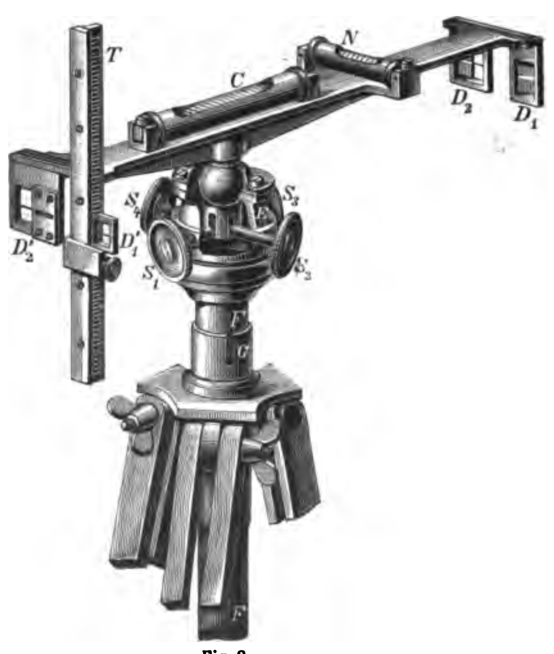


Fig. 2.

Allerdings ist bei dieser neuen und bequemeren Einrichtung ebensowenig als bei der alten die genaue Senkrechtstellung des Stocks verbürgt, und wenn die Abweichung von der Senkrechten wechselt, ändert sich auch die Höhe über dem Boden, in welchen schliesslich die Visirlinie hingeht. Für das Nivelliren ist das ganz gleichgiltig, da zwischen zusammengehörigen Anzielungen der Stock nicht verstellt wird; nur für das Messen und Abstecken von Gefällen kommt dieser Umstand in Betracht, da eine Zieltafel von unveränderlicher Höhe benutzt wird, also eine immer gleich hohe Lage des Anfangspunktes der Ziellinie gefordert ist. Bei meinem Apparate ist die betreffende Höhe 142 *cm*. Ein Schiefstehen um 2° beziehungsweise 3° vermindert die Zielhöhe um 0,85 *mm* beziehungsweise 1,98 *mm*. Bei der kurzen Zielweite von 20 *m* wird ein Irrthum von $^1/_{235}$ bezw. $^1/_{100}$ Procent im Gefälle dadurch hervorgebracht. Mit derartigen Gefällmessern strebt man aber höchstens $^1/_{20}$ Procent Genauigkeit an. Der Federung des Stockes in der Hülse wegen kann man aber ohne besondere Kunst, nach Augenmaass richtend, Abweichung bis zu 3° von der Senkrechten vermeiden. Dazu kommt noch, dass der Gehilfe die Zieltafel wohl auch nicht genau senkrecht hält; bei gleichzeitigem Schiefstehen von Gefällmesserstock und Zieltafelstock wird aber der in Rede stehende Fehler noch verringert.

Der Hauptübelstand bei Staudinger's Instrument ist der Mangel der Möglichkeit allgemeiner Horizontalstellung; der Zapfen wird durch mehr oder minder Spreizen der Stativbeine in annähernd senkrechte Lage zu bringen versucht, die Waagerechtstellung der einzelnen Zielrichtung mittels einer Schraube bewirkt, welche den Abseher um eine zum Zapfen rechtwinklige Axe dreht. Geht man von einer Richtung zur andern über, anders gesagt, ändert das Azimuth, so muss jedesmal jene „Elevationsschraube" benutzt, das Diopterlineal so weit gekippt werden, bis die auf ihm sitzende Libelle, deren Axe dem Abseher parallel ist, einspielt. Fast ausnahmslos sind Schlitz und Faden des Diopters nicht waagerecht, sondern, quer zur eigentlichen Zielrichtung, gesenkt, bestimmen also nicht eine horizontale, sondern eine geneigte Ebene, in welcher nur eine einzelne waagerechte Richtung enthalten ist. Diese als Zielrichtung herauszuwählen und zu benutzen, erfordert grosse Sorgfalt und es besteht keinerlei Sicherheit des Erfolges. Dem Uebelstande ist leicht abgeholfen. Der Vertikalzapfen ist fest mit dem Diopteroberbau verbunden, so dass seine geometrische Axe rechtwinklig zur Absehebene des Diopters steht. Der Zapfen läuft in einer Büchse, welche äusserlich einen genau kugelförmigen Vorsprung besitzt. Dieser ruht in einem Kugellager der Hülse E; somit sind Axe und Büchse in diesem Kugellager durch die vier Stellschrauben S_1, S_2, S_3, S_4, welche gegen den gewöhnlichen, würfelförmigen unteren Theil der Büchse wirken, verstellbar[1]). Ist erst einmal der Zapfen senkrecht gestellt, so beschreibt die dazu rechtwinklige Abschrichtung dann beim Drehen eine waagerechte Ebene. Bei allen Verstellungen des Zapfens mittels der Stellschrauben behält der Mittelpunkt der Kugelnuss dieselbe Lage, insbesondere genau die gleiche Höhe über dem Fussboden bei. Die Stellschrauben sind bei genügender Stärke von hinlänglich kleiner Ganghöhe, um die Senkrechtstellung recht genau bewirken zu können, und das Geschäft ist so einfach, dass man jeden gewöhnlichen Gehilfen zu guter Ausführung anleiten kann. Bei dem ausgeführten Instrument habe ich noch eine Elevationsschraube anbringen lassen, mit welcher die letzte Feinheit der Horizontalität des Absehens in der besonderen Zielrichtung erreicht werden soll, wenn die allgemeine Horizontalstellung mit den vier Stellschrauben nicht genügen sollte. Diese Einrichtung hat sich als vollständig überflüssig erwiesen; sie soll bei späteren Herstellungen des Instrumentes fortbleiben und ist auch hier nicht gezeichnet.

Bei der Mehrzahl der feineren Nivellirinstrumente (mit Fernrohr) wird die Vertikalstellung des Zapfens oder die allgemeine Horizontalstellung nur mässig angenähert und die besondere Horizontalität in der jeweiligen Zielrichtung durch Verbesserung mit der Elevationsschraube (oder einem Ersatze dieser) bewirkt.

Bei vielen, namentlich den bekannten Stampfer'schen Nivellirinstrumenten ist die Visirlinie um ein Gelenk (mit mehr oder minder feiner Schraube) drehbar, welches auf einem rechtwinklig zum Zapfen sitzenden Arm in der Entfernung d vom Zapfen befestigt ist. Die Zielrichtung ist jederzeit Tangente an einen Kreis, dessen Mittelpunkt auf der Gelenkaxe oder Kippaxe liegt und dessen Halbmesser die Entfernung der Absehlinie vom Gelenke ist. Wenn die Zielrichtung genau horizontal geworden, so steht der zu ihr rechtwinkelige Halbmesser senkrecht und die Visirlinie liegt somit in der senkrechten Höhe r über der Gelenkaxe.

Sei nun z die Länge des Zapfens, d. i. der Vertikalaxe, gezählt vom Mittelpunkte der Nusskugel (die Betrachtung ist leicht dem Dreifusse oder anderem Unter-

[1]) Diese Einrichtung ist somit der „Kugelbewegung" älterer Nivellirinstrumente genau entsprechend. D. Red.

gestelle anzupassen) und mache den Winkel φ mit der Senkrechten. Der Arm mit dem Gelenke ist dann um den Betrag ψ gegen den Horizont geneigt und folglich die Gelenkaxe um

$$z \cos \varphi + d \sin \psi$$

über dem Mittelpunkte der Nuss (gegebenen Falls über anderem Ausgangspunkt) und die Zielhöhe selbst ist dann:

$$z \cos \varphi + d \sin \psi + r.$$

Der Winkel ψ ändert sich mit dem Azimuthe; in der Vertikalebene durch den Zapfen ist er φ und in dem von dieser Ebene an gezählten Azimuthe α ist

$$\sin \psi = \sin \varphi \cos \alpha,$$

so dass im Azimuthe α die Höhe der horizontalen Zielrichtung über dem Kugelmittelpunkt ist:

$$h_\alpha = z \cos \varphi + d \sin \varphi \cos \alpha + r.$$

Wenn also auch die Zapfenstellung oder φ zwischen zwei zusammengehörigen Anzielungen ungeändert bleibt, und zur genauen Waagerechtstellung in dem einzelnen Azimuthe nur die Elevationsschraube in Wirksamkeit gesetzt wird (nur Drehung um das Gelenk ausgeführt wird), so ändert sich doch die Zielhöhe. Der Höchstbetrag dieser Aenderung, entsprechend dem Uebergange vom Azimuth $\alpha = 0$ in jenes $\alpha = 180°$ ist $2\,d \sin \varphi$ und dieser Maximalbetrag kann beim Nivelliren aus der Mitte um so näher erreicht werden, als die Aufstellung weniger seitlich von der Verbindungslinie der nach ihrer Höhe zu vergleichenden Punkte liegt — wenn die Vertikalebene durch den Zapfen genau oder nahezu jene Verbindungslinie enthält.

So naheliegend und einfach die eben angestellte Betrachtung ist, habe ich sie doch in keinem der zahlreichen nachgeschlagenen Bücher über Nivelliren gefunden. Nur in Stampfer, *Theor. u. prakt. Anleitung zum Nivelliren, 8. Aufl. 1877,* findet sich eine hierauf bezügliche Bemerkung, die ich (etwas abgekürzt) hier wiederhole. S. 113: Die wenigstens näherungsweise horizontale Lage der Umdrehungsebene „ist nicht nur darum nothwendig, damit der Visirfaden hinreichend horizontal liege, sondern auch deshalb, damit die horizontalen Visirlinien nach verschiedenen Richtungen im Umkreise einerlei Höhe über dem Fusspunkte des Instrumentes haben, was beim Nivelliren aus der Mitte vorausgesetzt wird. Nun sind aber manche Instrumente zu einer solchen Horizontalstellung gar nicht eingerichtet, sondern diese kann nur ganz roh insofern erhalten werden, als man bei der Aufstellung des Statives darauf Rücksicht nimmt, was auf ungünstigem Boden nicht nur schwierig, sondern oft ganz unthunlich ist.“ Dann wird mit Bezugnahme auf eine Figur (42), aber ohne Ableitung, angegeben, dass beim Drehen um 180° um die schiefstehende Axe und Wiederherstellung der Horizontalität des Absehens (durch die Elevationsschraube) eine Höhenverschiebung der Ziellinie um $2\,d \sin \varphi$ eintrete. Das ist aber nur der Maximalbetrag dieser Verschiebung, und ist insofern nicht ganz genau, als Stampfer unter d nicht den Abstand des Gelenks vom Zapfen versteht, sondern die (veränderliche) horizontale Entfernung des Gelenks vom Zapfen; es müsste also statt $\sin \varphi$ eigentlich $\tan \varphi$ heissen. Weiter wird angegeben, die Höhenverschiebung sei „gleich der Hälfte jenes Theils der Elevationsschraube, um welchen sie in der zweiten Lage weiter hinaufgeschraubt ist.“ Das ist nur richtig, wenn man die Verwechselung von $\tan \varphi$ und $\sin \varphi$ gestattet, was bei so kleinen Winkeln, wie sie hier in

Frage stehen, allerdings zulässig ist. Es wird dann die dementsprechende Berichtigung empfohlen. Diese setzt aber natürlich die Kenntniss der Ganghöhe der Elevationsschraube voraus und ist gewiss nicht gerade bequem. Fehlt die Möglichkeit, die Verschiebung der Elevationsschraube nach Millimetern zu messen, so ist die Berichtigung unausführbar. Endlich heisst es (S. 114): „Es ist demnach immer eine Unvollkommenheit des Instrumentes, wenn die nöthigen Stellschrauben zur genäherten“ (sollte heissen zur genauen) „Horizontalstellung fehlen.“ . . . . „Ist aber die Umdrehungsaxe nahe vertikal und wird die Elevationsschraube nur benutzt, die Visur in jeder beliebigen Richtung ganz scharf horizontal zu stellen, so reicht hierzu eine so geringe Bewegung der Schraube hin, dass deshalb nicht der geringste merkliche Fehler im Gefälle“ (wohl aber beim Nivelliren) „entstehen kann, indem diese Bewegung wohl kaum 0,2 *mm* erreichen wird.“

Diesem Schlusse Stampfer's mag jedoch Folgendes entgegengestellt werden. Bei Stampfer's Taschennivellirinstrument (a. a. O. S. 48) ist $d = 44$ *mm* und es genügt also ein Schiefstehen der Vertikalaxe von $0° 39' 04''$, um im ungünstigsten Falle die Zielhöhe um 1 *mm* zu verändern, denn $2 . 44 . \sin (0° 39' 04'') = 1$.

Bei dem Universalnivellirinstrument mit umlegbarem Fernrohr von G. Starke (a. a. O. S. 78, Fig. 27) ist $d = 80$ *mm* und folglich genügt ein Schiefstehen des Zapfens von $0° 21' 29''$ um im Höchstbetrage eine Verschiebung der Ziellinie um 1 *mm* möglich zu machen; bei dem in § 29 des angeführten Buches beschriebenen Instrumente ist $d = 85$ *mm*, Abweichung des Zapfens im Betrag von $0° 20' 13''$ kann also schon die Zielhöhe um 1 *mm* unsicher machen. Bei Stampfer's grossem Nivellirinstrument mit getheilter Mikrometer-Elevationsschraube ist d noch erheblich grösser und ein noch geringeres Schiefstehen des Zapfens kann also Zielhöhenverschiebung von 1 *mm* nach sich ziehen.

Die Einrichtung mit der Elevationsschraube und das in verschiedenen Lehrbüchern empfohlene Verfahren, den Zapfen nur annähernd vertikal zu stellen und die Horizontalität der jeweiligen Zielrichtung nur durch die Elevationsschraube herbeizuführen, kann deshalb nicht als zweckmässig erachtet werden, wenigstens nicht, wenn die Instrumente so eingerichtet sind wie die Stampfer'schen (und andere), wenn nämlich d nicht gleich Null ist. Aus der Formel:

$$h_\alpha = z \cos \varphi + d \sin \varphi \cos \alpha + r$$

ergiebt sich leicht, dass die Zielhöhe in allen Azimuthen (für jeden beliebigen Werth von α) dieselbe bleibt, sobald $d = 0$ ist, d. h. wenn die Gelenk- oder Kippaxe von der Axe des Vertikalzapfens geschnitten wird. Selbstverständliche Voraussetzung ist, dass die Elevationsschraube allein zur Waagerechtstellung in den besonderen Richtungen benutzt wird, die Stellschrauben aber unberührt bleiben, denn deren Verdrehung würde den Winkel φ des Zapfens mit der Senkrechten und damit das erste Glied in der Formel für h_α abändern können. An der oben angeführten Stelle aus Stampfers Buch (S. 114) steht, wo im Auszuge durch . . . . eine Auslassung angedeutet ist: „Nur wenn der Drehpunkt c in der Axe mm liegt, fällt der eben besprochene Fehler weg.“

Bei manchen Nivellir- und Gefällinstrumenten liegt die Kippaxe der Visirlinie, um welche mittels der Elevationsschraube die Drehung bewirkt wird, in der Entfernung Null vom Zapfen und dann ist der Gebrauch der Elevationsschraube nicht zu beanstanden. So gleich bei dem Staudinger'schen Instrument. (Siehe Figur 1.) Ferner gehören hierher die in meiner *Landmessung* abgebildeten Werkzeuge: „Nivellir-

instrument für Wiesenbau und sehr koupirtes Terrain" von Dennert und Pape (Fig. 287, S. 517 in Bohn, *Landmessung*), weiter „Nivellirinstrument No. 64" von Ertel (Fig. 290, S. 519), Ertel's „Nivellirinstrument No. 72" (Fig. 291), dann die in Fig. 304 und 305 abgebildeten Instrumente derselben Werkstatt, ferner die in den Figuren 292 und 302 dargestellten Instrumente von Sickler und die Breithaupt'schen, Figuren 298 und 299. Wenn auch bei einigen dieser die Elevationsschraube in anderer Weise angebracht ist, z. B. waagerecht wirkt gegen eine Nase, die von dem um die Fernrohrkippaxe gelegten Klemmring ausgeht (wie bei Theodoliten üblich), so ist das hier ganz gleichgiltig. Selbst bei solchen Instrumenten, welche auf die letzte Genauigkeit hin entworfen sind, findet sich die tadelnswerthe excentrische Lage der Gelenkaxe, um welche durch die Elevationsschraube Drehung hervorgebracht wird. So, um mich wieder auf die in meinem angeführten Buche abgebildeten zu beschränken, bei dem Präcisions-Nivellirinstrument der Mechaniker Hildebrand & Schramm (Fig. 303), bei dem in Fig. 289 dargestellten Instrumente von Dennert und Pape und den Sickler'schen, welche die Figuren 284 und 288 wiedergeben.

In Breithaupt, *Magazin der neuesten mathematischen Instrumente, V. Heft, 1871,* findet sich S. 18 der Vorschlag, die Elevationsschraube zu ersetzen durch die Fussplatte mit mikrometrischer Verstellung. „Gewöhnt man sich daran, beim Nivelliren einer Linie das Fernrohr immer über eine und dieselbe Stellschraube zu bringen, so kann man an deren Fussplatte folgende Vorrichtung anbringen: An der einen Seite der unteren Fläche der Fussplatte befindet sich eine cylinderförmige Erhebung, während ihr gegenüber durch die Platte eine Mikrometerschraube geht, zwischen beiden befindet sich oberhalb das kugelförmige Ende der betreffenden Stellschraube des Dreifusses; die Fussplatte selbst ruht auf einer in den Stativkopf eingelassenen Stahlplatte. Durch diese Mikrometerschraube wird das letzte feine Einstellen der Libelle sehr erleichtert und eine Elevationsschraube mehr als ersetzt, indem die Lage der Visirlinie gegen die Vertikalaxe unveränderlich bleibt, was bei einer Elevationsschraube nicht möglich ist."

In der unveränderten Neigung der Visirlinie gegen die Vertikalaxe kann ich keinen Vortheil für das Nivelliren erblicken, hingegen ändert der Gebrauch der beschriebenen Einrichtung die Neigung φ des Vertikalzapfens, also das erste Glied in dem Ausdrucke für die Zielhöhe. Theoretisch ist also diese Einrichtung zu verwerfen; ob meine Ausstellung an derselben aber auch eine praktische Bedeutung habe, lässt sich nur nach den mir zur Zeit fehlenden Abmessungen beurtheilen.

An dem hier beschriebenen Nivellirdiopter und Gefällmesser soll, wie erwähnt, keine Elevationsschraube in Anwendung kommen. Die ganz genaue Senkrechtstellung des Zapfens, welche in bekannter Weise durch die auf dem Diopterlineale sitzende Libelle (mit ihrer Axe rechtwinklig zum Zapfen) geprüft werden kann, herzustellen, würde allerdings etwas zu viel Zeit und Mühe beanspruchen; es ist gemeint, mit den genügend feinen Stellschrauben den Zapfen nur sehr angenähert senkrecht zu stellen, was ja ohne viel Aufwand an Zeit und Arbeit ausführbar ist, und dann im Augenblicke des Beobachtens die besondere Zielrichtung nach Aussage der Libelle dadurch scharf waagerecht zu bringen, dass man eine, nöthigenfalls zwei der Stellschrauben etwas weiter anzieht, was meist, ohne dass die Gegenschraube (wie bei grösseren Verstellungen durchaus nöthig ist) geöffnet wird, ausführbar ist. Eine solche kleine Nachhilfe wird erforderlich, wenn man nach einem anderen Azimuth hinüberdreht, da ja angenommen ist, der Zapfen

stehe nicht vollkommen senkrecht. Damit nun durch die Veränderung der Zapfenstellung (des Winkels φ) keine Aenderung der Zielhöhe entstehe, habe ich einen sehr einfachen Ausweg eingeschlagen.

Gewöhnlich erheben sich die Diopterflügel über das Lineal, an dem sie befestigt sind; es kostet aber weder mehr Arbeit noch Geld, wenn man sie abwärts richtet, im Gegentheil, dies ist insofern vortheilhaft, als der Apparat eine geringere Höhe erhält. Die Diopterflügel habe ich in ihrer Länge so ausgleichen lassen, dass die Zielebene stets durch den Mittelpunkt der an der Büchse des Vertikalzapfens sitzenden Kugel (Nuss) geht und da dieser Mittelpunkt, wie ausgeführt, seine Lage, namentlich seine Höhe über dem Boden nicht ändert, so geht bei allen grossen oder kleinen Bewegungen der Stellschrauben die Zielebene stets durch denselben Punkt und wenn sie nur horizontal ist, behält sie genau ihre Höhe über dem Fusspunkte auf dem Boden. (Man kann vielleicht sagen, der Nivellirdiopter und Gefällmesser, mit dem man ja nicht die letzte Genauigkeit anstrebt, bedürfe solcher Feinheit nicht; da sie aber ohne weitere Kosten und sonstigen Misstand herstellbar ist, so kann man sich diese theoretische Befriedigung ja gönnen.)

Die Ziellinie kann nun nicht mehr in der Vertikalebene durch die Zapfenmitte genommen werden, sondern, um an der die Nuss umschliessenden Hülse und an deren Stellschrauben vorübersehen zu können, muss die Absehvorrichtung nach hinten oder nach vorn aus der Mitte geschoben werden. Es werden ohnehin zwei Absehvorrichtungen nöthig, eine zum Nivelliren, die andere zum Gefällmessen. Die erstgenannte soll hinten, die zweitgenannte vorn liegen. Am rechten Ende des Lineals ist ein Querarm von fast 10 *cm* Länge angebracht, der in seinen vordersten 3 *cm* den Okularflügel D_1 für das zum Gefällmessen dienende Diopter (Schlitzlänge $2^1/_2$ *cm*) trägt, in seinen hintersten 3 *cm* einen Doppelflügel D_2, Okular- und Objektivtheil des zum Nivelliren bestimmten Diopters zugleich, Fenster mit Faden und Platte mit Schlitz als Hälften des Flügels, so neben einander gelagert, dass der Faden die genaue Fortsetzung der Axe des Schlitzes ist. Am linken Ende des Lineals ist nur die hintere Hälfte des Querarms (etwa 5 *cm*) vorhanden und auf ihm ganz derselbe Doppelflügel D_2' wie am rechten Ende, nur dass, wenn dort Schlitz hinten, hier Faden hinten ist. Diese beiden Doppelflügel bilden also zusammen einen Doppeldiopter; man kann von rechts nach links, wie auch von links nach rechts zielen und bleibt dabei genau in derselben Absehebene. Das alte Staudinger'sche Instrument hat nur einen einfachen Diopter für das Nivelliren. Die Prüfung, ob die Absehlinie wirklich horizontal ist, wenn die Lineallibelle einspielt, muss daher in der umständlichen Art durch Nivelliren einer Strecke aus ihren beiden Endpunkten vorgenommen werden, während der Doppeldiopter bekanntlich den Vortheil gewährt, aus einer Aufstellung sehr bequem und genau prüfen zu können.

Der vor der Instrumentenmitte liegende Diopter zum Gefällmesser (des Okulartheils D_1 rechts ist schon Erwähnung geschehen) ist wesentlich wie bei dem Staudinger'schen Instrumente eingerichtet, nur leichter und in solchen Einzelheiten, die man dem ausführenden Mechaniker zu überlassen pflegt, geändert, mit dem Erfolge, dass die Verschiebung des Objektivtheils längs der versilberten, getheilten Metallschiene T sehr sicher aus freier Hand und mit so sanftem Gang möglich ist, dass, wenn der Beobachter einigermaassen vorsichtig verfährt, selbst während der Verschiebung die Libelle des Lineals fortfährt einzuspielen. Da der kürzeste Abstand zwischen Okular und Objektiv 37 *cm* ist, konnte die Theilung nach halben

Hunderteln ausgeführt werden und ein Theil hat dann die Länge von 1,85 *mm*, so dass die Zehntel des Theils, d. i. Zwanzigstel-Procent des Gefälls noch bequem geschätzt werden können. Die Nothwendigkeit eines Nonius entfällt, es geht nur ein kleines Plättchen mit Index mit dem Diopterfenster. Die Theilung reicht von + 30 bis — 30 Procent.

Da das Lineal rechts nur die zwei leichten Diopterflügel, links aber die getheilte Metallschiene, den festen Diopterflügel (hinten zum Nivelliren) und den beweglichen (vorn zum Gefällmessen) trägt, so geht die rechte Seite ungefähr doppelt so weit von der Mitte des Instruments aus vor, als die linke, um den Schwerpunkt auf die Instrumentenmitte zu bringen. Eine kurze Röhrenlibelle *N* quer zur Zielrichtung, d. h. mit ihrer Axe parallel zu den Faden- und Schlitzrichtungen (die im Grunde genommen entbehrlich ist, aber im Verein mit der Hauptlibelle *C*, deren Axe der Sehrichtung parallel ist, eine die Vertikalstellung des Zapfens erleichternde Kreuzlibelle bildet), sitzt, wie auch die grössere Hauptlibelle excentrisch. Alles ist so abgeglichen, nach keiner Seite ein Uebergewicht zu lassen.

Berichtigungsschrauben habe ich an dem Instrumente nicht anbringen lassen, ausser den gewöhnlichen an den Libellen, die man in bekannter Weise mit ihren Axen leicht rechtwinkelig zum Zapfen stellen kann. Denn die Abgleichung der Diopterflügel dahin, dass die Absehebene der Nivellirdiopter durch den Kugelmittelpunkt geht, kann in der Werkstatt durch Abfeilen und Anziehen der Befestigungsschrauben sehr genau gemacht werden und sehr sorgfältige Prüfungen, welche ich am fertigen Apparate vorgenommen, ergaben, und zwar auch in jeder anderen Hinsicht, vollkommene Befriedigung.

Die Absehebene des Gefälldiopters geht nur dann durch den Kugelmittelpunkt, wenn der bewegliche Dioptertheil so geschoben, dass der Zeiger auf Null der Theilung steht. Der Okularschlitz ist aber die Verlängerung von Schlitz (und Faden) des rechten Flügels des Nivellirdiopters; sobald also die Libelle spielt und folglich die Nivellirdioptertheile in derselben waagerechten Ebene mit dem Kugelmittelpunkt liegen, ist auch der Anfang (Okular) der geneigten Zielrichtung des Gefälldiopters in der unveränderlich bleibenden Höhe.

Hinsichtlich der Prüfung ist nichts besonderes zu bemerken. Nur will ich nochmals betonen, dass sie wegen des Doppeldiopters ungleich bequemer ist als bei Staudingers Instrument.

Zum Schlusse will ich noch die Zieltafel beschreiben, welche beim Gefällmessen und Abstecken nöthig ist. Hierzu dient ein unten metallbeschlagener Stock, an dem oben ein quadratisches Brett von 15$^1/_2$ *cm* Seite befestigt ist. Die Mitte des Quadrats ist bei meinem Apparat entsprechend der Höhe des Kugelmittelpunkts über dem Boden, wenn der Stock aufsteht, 142 *cm*. Ich habe verschiedene Bemalungen der Zielscheibe versucht, indem ich ein bemaltes Blatt Papier mit Zeichenstiften auf dem Brett befestigte und habe am angenehmsten und besten eine Form gefunden, die sich an die dritte der sechs von Stampfer in seinem mehrfach angeführten Werke (S. 100) anschliesst. Auf rothem Grunde ist in der Mitte ein 10 *mm* breiter weisser Streifen ausgespart, der sich an den beiden Enden auf 20 *mm* verbreitert. Ist die Entfernung gering, so schiebt man den beweglichen Dioptertheil erst, bis der Faden optisch in die Mitte der Verbreiterungen des weissen Streifens trifft, dann verfeinernd, bis er in die Mitte des schmaleren Theils gelangt. Ist die Entfernung eine grössere, so deckt der Faden den schmalen Streifen und es bleibt immer noch leicht zu erkennen, ob er den breiteren Streifen hälftet. Nur

ist dann die erste Einstellung schon mühsamer. Macht man aber nicht den ganzen übrigen Theil der Tafel roth, sondern bringt nur einen rothen Streifen von 6 bis 7 *cm* in die Mitte der Tafel, welcher rothe Streifen dann in seiner Mitte wieder den an den Enden verbreiterten weissen Streifen enthält, so lässt sich zunächst roh auf die Mitte des rothen Streifens einstellen, was leichter geht, wenn dieser nur die mässigere Höhe hat, als auf die Mitte des ganzen Quadrats. Es ist mir selbst bei ganz übermässigen Entfernungen gelungen, durch Einstellen auf die Mitte des rothen Streifens, wobei nur das Augenmaass diente, indem vom weissen Theil auch an den Verbreiterungen nichts mehr wahrzunehmen war, ganz gute Ergebnisse zu gewinnen, wie ich durch geeignete Prüfungen bestätigte.

Der hier beschriebene Procentgefällmesser und Nivellirdiopter wird von Mechaniker Ludwig Tesdorpf in Stuttgart geliefert.

Aschaffenburg, 20. März 1889.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg in den Tagen vom 17. bis 23. September 1889.

Im Auftrage der Geschäftsführer der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte haben wir die Vorbereitungen für die Sitzungen der in diesem Jahre zum ersten Male tagenden, neu gebildeten Abtheilung für Instrumentenkunde (Abtheilung No. 32) übernommen und beehren uns hiermit, die Herren Fachgenossen zur Theilnahme an den Verhandlungen dieser Abtheilung ganz ergebenst einzuladen. Gleichzeitig bitten wir Vorträge und Demonstrationen frühzeitig bei uns anmelden zu wollen.

Die Geschäftsführer beabsichtigen, Mitte Juli allgemeine Einladungen zu versenden und es wäre wünschenswerth, schon in diesen Einladungen eine Uebersicht der Abtheilungs-Sitzungen, wenigstens theilweise, veröffentlichen zu können.

Professor J. W. Brühl	Dr. A. Westphal	Dr. W. Nernst
Einführender Vorsitzender	Schriftführer	Schriftführer
Heidelberg, Rohrbacherstr. 9.	Berlin SW., Blücherstr. 23.	Heidelberg, Ziegelh. Landstr. 24.

Referate.

Die Fundstätte des isländischen Kalkspathes.

Aus Thorwaldur Thoroddsen's *Reise im Ostlande im Sommer 1882.*

Aus dem Isländischen übersetzt von M. Lehmann-Filhés. *Himmel und Erde. 1889. 1. S. 471.*

Ueber das Vorkommen des Doppelspaths haben wir unseren Lesern bereits *im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 63* Mittheilungen gemacht. An obiger Stelle wird ein Bericht des Geologen Th. Thoroddsen über einen Besuch der Hauptfundstätte des Doppelspaths, der Grube am Berge Helgustadafjall in der Nähe von Eskifjördur an der Ostküste Islands, mitgetheilt, dessen hauptsächlichsten Inhalt wir nachstehend mittheilen:

„Als ich," so erzählt Thoroddsen, „das erste Mal hinkam, war es kaum an irgend einer Stelle möglich, von dem Kalkspath etwas zu sehen, denn der ganze Boden der Grube war mit Schutt und Steinen bedeckt. Man hat den Kalkspath früher aus verschiedenen tiefen Löchern, besonders westlich in der Grube, entnommen, jetzt aber waren sie ganz mit grossen Steinen und Geröll angefüllt und überall stand das Wasser in tiefen

Pfützen. Es war mir daher unmöglich, die Grube ordentlich zu untersuchen, wenn nicht zuvor Schutt und Steine daraus entfernt und das Wasser abgeleitet wurde. Ich liess deshalb die Grube reinigen, die grössten Löcher ausräumen, das Wasser soviel als möglich ableiten und konnte nun eine genauere Untersuchung anstellen.

„Der Basalt, in dem sich die Grube befindet, ist von einem Netzwerk unzähliger kleiner und grosser Sprünge durchzogen; oben und unten hat sich in diesen Sprüngen nach und nach kohlensauer Kalk (Kalkspath) gesetzt, so dass die Grube gleichsam eine Ansammlung von einer Unzahl von Kalkspathgängen ist, die in allen Richtungen gehen. Sie sind sehr verschieden an Stärke und gehen wie Keile im Gestein auf und nieder, so dass eine Kalkspathader an der Oberfläche 7 *dm* bis 1 *m* im Durchmesser halten und einige Fuss tiefer im Berge so zusammen geschwunden sein kann, dass sie nur noch etwa 1 *dm* stark ist. Ebenso kann eine Ader auf der Oberfläche schmal sein, tiefer unten stärker werden und sich dann wieder verengen; oder mit anderen Worten, der Kalkspath hat sich hier auf einer kleinen Stelle in unzähligen kleinen und grossen, unregelmässig gewundenen Spalten im Basalt gebildet. Dieses ganze Gewirr von Spalten scheint auf einem länglich-schachtelförmigen Raum angesammelt zu sein; ob aber das Ganze eine grosse Blase ist, kann man nicht gut sagen, ehe nicht der Felsen ringsum entfernt ist. Da die Kalkspathadern so unregelmässig und verschieden stark sind, lässt sich nicht mit irgendwelcher Gewissheit bestimmen, wieviel davon in der Grube vorhanden ist; aller Wahrscheinlichkeit nach aber ist der Vorrath bedeutend.

„Der Kalkspath ist an Güte sehr verschieden und man kann ihn in vier Arten eintheilen: 1. grosse durchsichtige und regelmässige Krystalle; diese sind die seltensten, werden für Sammlungen angekauft und am theuersten bezahlt; 2. schöne, ganz durchsichtige und fehlerfreie, doch kleinere Stücke; dies sind die für optische Zwecke verwendeten; 3. hübsche Stücke, die aber nicht ganz fehlerfrei sind und zum Schmuck und Vergnügen dienen; 4. Abgang oder Grus, undurchsichtiger Kalkspath, weiss von Farbe mit vielen Sprüngen; von diesem ist bei weitem am meisten vorhanden, so dass die anderen Sorten im Vergleich hiermit beinahe verschwinden; man kann diesen Abfall zur Sodawasser-Fabrikation, zum Kalkbrennen u. s. w. verwenden. Ueberall da, wo die Adern an der Oberfläche zum Vorschein kommen, ist in ihnen nur dieser Grus; der schönste Kalkspath findet sich immer im weichen Thon. Das grösste vorhandene Loch ist in einem Kalkspathgang westlich in der Grube ausgegraben, welches sich mit einer Neigung von 40° unter dem Basaltfelsen hinabsenkt. Das Loch war etwa 3 *m* tief und ging unter einem Bande von Basalt in die Tiefe, wodurch es eine doppelte Oeffnung hatte. Im oberen Theil, nahe der Mündung, sind grosse undurchsichtige Kalkspath-Krystalle von 3 bis 6 *dm* Durchmesser, meist Rhomboeder, ineinander verwachsen und mit herausstehenden Ecken; fast überall werden sie durch Reihen und Kränze von Desmin-Krystallen eingefasst, einem in Island sehr häufigen Krystalle. Auf dem Boden und an den Seitenwänden des Loches stehen Basaltzacken in die Höhe; die Zwischenräume sind theils mit undurchsichtigem Kalkspath, theils mit röthlich-grauem oder braunrothem Thon angefüllt. In letzterem findet man die schönsten Kalkspathkrystalle, denn hier haben sie am besten entstehen und wachsen können, ohne einander zu beengen und zu hindern. Viele Kalkspathstücke haben bedeutende Fehler; in manchen sind kleine Sprünge, so dass man die Regenbogenfarben darin sieht; manchmal scheinen sie eine Anzahl durchsichtiger Nadeln zu enthalten, manchmal feine Thonstreifen; dann wieder eine graufarbige Wolke innen im Stein, zuweilen auch Wasserlöcher mit Luftblasen darin, die sich hin und her bewegen, je nachdem man den Stein wendet. Einige Kalkspathsteine sind innen klar und durchsichtig, haben aber aussen eine Rauchkruste und sind oft mit kleinen spitzen Kalkkrystallen besetzt.

„Seit der Mitte des 17. Jahrhunderts ist immer von Zeit zu Zeit ein wenig aus der Kalkspathgrube entnommen worden, niemals jedoch planmässig und in grösserem Maassstabe. Nirgend findet man so klaren und schönen Kalkspath wie im Helgustadafjall, wenn auch an mehreren Stellen des Ost- und Westlandes kleine Stückchen gefunden werden.

Reiner Kalkspath ist nicht zu jeder Zeit eine gleich gangbare Waare; nur wenig davon wird zur Verfertigung optischer Instrumente gekauft; die grösseren Stücke kaufen Sammlungen und auch Privatleute aus Liebhaberei, deshalb ist der Preis ein sehr schwankender. Vorläufig wird es kostspielig sein, die Grube zu bearbeiten, denn es muss viel daran gethan und hergerichtet werden; dazu ist im Sommer der Arbeitslohn von Eskifjördur sehr hoch, besonders zur Zeit des Häringsfanges."

Bei der hervorragenden Wichtigkeit des Doppelspaths für wissenschaftliche Zwecke würde es sich empfehlen, dass wissenschaftliche Körperschaften und hervorragende Optiker zusammenträten, um mit der dänischen Regierung behufs einer sachgemässen und vorsichtigen Ausbeutung der Grube am Helgustadafjall in Berathung zu treten. Ein solches Vorgehen scheint um so mehr angezeigt zu sein, als nach den Untersuchungen Thoroddsen's die Grube noch eine reiche Ausbeute verspricht. *W.*

Ein Quadrantelektrometer mit konstanter Empfindlichkeit.

Von A. Hartwich. *Wiedem. Ann. 1888. 35. S. 772.*

Abweichend von den bisherigen Bemühungen, Konstanz in der Empfindlichkeit des Quadrantelektrometers durch Konstanterhaltung des Nadelpotentials zu erreichen, lässt Hartwich die niemals gänzlich zu beseitigenden Schwankungen des Nadelpotentials bestehen und benutzt ein Thomson'sches Quadrantelektrometer mit bifilarer Nadelaufhängung in der Art, dass die gewonnenen Resultate von den Schwankungen unabhängig sind. Die bei unifilarer Nadelaufhängung geltende Gleichung zwischen dem Ausschlag φ und den Nadel- und Sektorpotentialen:

$$\sin\varphi = \alpha\,(v_2 - v_3)\left(v_1 - \frac{v_2 + v_3}{2}\right),$$

worin α eine Konstante, v_1 das Potential der Nadel, v_2 und v_3 die der Sektoren bedeuten, gilt nach Hartwich's Untersuchungen nicht mehr bei bifilarer Aufhängung und geht über in die Gleichung:

$$\sin\varphi = \frac{\alpha\,(v_2 - v_3)\left(v_1 - \frac{v_2 + v_3}{2}\right)}{1 + \varkappa\left(v_1 - \frac{v_2 + v_3}{2}\right)^2},$$

die für die Messung kleiner Potentiale (bis 5 *Volt*) und für grosse Werthe von v_1 (700 bis 1000 *Volt*) gilt. — Der Winkel φ wird, wie die Untersuchung lehrt, von den Schwankungen des Nadelpotentials praktisch unabhängig, wenn der von den elektrischen Kräften auf die Nadel ausgeübte vertikale Zug gleich dem Gewicht der Nadel ist, und damit dies erreicht werden kann, muss die Nadel der unteren Quadrantenebene näher liegen als der oberen. Das in diesem Falle erforderliche Nadelpotential ist dasjenige, welches bei einer bestimmten Potentialdifferenz $(v_2 - v_3)$ den Winkel φ zu einem Maximum macht. Die Beobachtungen ergaben, dass die Grösse des φ und die Empfindlichkeit des Elektrometers proportional sind, d. h. dass das mit $\alpha\,(v_2 - v_3)$ multiplicirte Glied desto grösser wird, je näher die Nadel der Mittellage zwischen den Quadrantebenen kommt, die Nadel also nur wenig tiefer als die Mittelebene liegen darf. Das ist um so vortheilhafter, als das Nadelpotential dann sehr gross (700 bis 1000 *Volt*) wird und daher erstens die bei der Ableitung der Elektrometerformel unvermeidlichen Vernachlässigungen unbedenklich gemacht werden dürfen, zweitens aber das Nadelpotential sich um 10 *Volt* ändern kann, ohne dass der Werth des Gliedes, dem die Empfindlichkeit proportional ist, sich um 0,01 Procent ändert, dieses Glied also, da sich derartige Schwankungen stets vermeiden lassen, als Konstante angesehen werden kann, so dass die Elektrometerformel übergeht in:

$$\sin\varphi = \alpha\,(v_2 - v_3)\,F.$$

Nach den bei der Messung eines Kalomelelements erhaltenen Resultaten stimmt die Praxis mit der Theorie vollkommen überein: es wurde eine Genauigkeit von $^1/_{3000}$ *Volt* erzielt,

während die alte Methode mit unifilarer Aufhängung nur eine Genauigkeit von $^1/_{300}$ ermöglichte. — Die oben abgeleitete Gleichung erfährt im Nenner eine Modifikation, wenn man die erwähnten Vernachlässigungen nicht begeht, im Uebrigen gelangt man zu demselben Resultat. Potentiale bis 6 *Volt* misst man bis auf $^1/_{3000}$ *Volt* nach der oben besprochenen Methode, Potentiale von 6 bis 10 *Volt* bis auf $^1/_{1000}$ *Volt*, indem man gleichzeitig den oberen Abstand der Aufhängefäden vergrössert, Potentiale über 10 *Volt* unter Anwendung der Hallwachs'schen Doppelschaltung. — Da bei der bifilaren Nadelaufhängung bei jedem Ausschlag auch eine geringe Hebung der Nadel stattfindet, so unterliegen zwar α und $\varkappa$ geringen Aenderungen, dieselben sind jedoch so gering, dass sie auf das Messungsresultat ohne jeden Einfluss sind. *B.*

Neue Methode zur Messung der Drehung der Polarisationsebene für die Fraunhofer'schen Linien.

Von E. Lommel. *Sitz.-Ber. der Münchener math.-phys.-Kl. der Akad. d. Wissensch. 1888. S. 321.*

Die Methode ist neu. Verf. polarisirt durch ein erstes Nikol das einfallende Licht unter 45° gegen die Horizontalebene. Ehe es in den vertikalen Spalt eines Spektroskops oder Spektrometers tritt, geht es durch einen Quarzkeil von etwa 7 bis 8°, dessen Kante, parallel zur optischen Axe, senkrecht zum Spalt gerichtet ist; auf letzteren folgt unmittelbar ein zweites Nikol, dessen Hauptschnitt wiederum unter 45° gegen den Horizont geneigt ist (gekreuzt oder parallel zu dem ersteren). Die ablenkende Wirkung des Quarzkeils kann durch einen Glaskeil in entgegengesetzter Stellung aufgehoben werden.

Bei dieser Anordnung zeigt sich das Spektrum von zahlreichen, etwas gekrümmten, dunklen Interferenzstreifen schief zu den Fraunhofer'schen Linien durchzogen, so dass es wie schräg schraffirt erscheint.

Die Interferenzstreifen verschwinden, wenn man das polarisirende Nikol um 45° dreht (Nullstellung), erscheinen dagegen wieder, sobald man einen die Polarisationsebene drehenden Körper, z. B. eine mit Zuckerlösung gefüllte Röhre, zwischen den Polarisator und den Quarzkeil einschaltet. Versucht man diese nun entstandenen Streifen durch Zurückdrehen des Polarisators zum Verschwinden zu bringen, so gelingt dies nur für einige Stellen des Spektrums, welche als helle schraffirungsfreie Streifen erscheinen und sich bei weiterer Drehung des Polarisators verschieben. Man kann daher jede beliebige Fraunhofer'sche Linie in die Mitte eines solchen hellen Streifens bringen, wo sie dann klar und scharf erkennbar ist. Da es schwierig ist, dieselben genau in die Mitte zu stellen, so empfiehlt der Verf. sie einmal an den einen Rand des hellen Streifens, dann an den anderen zu bringen und die Mitte aus den beiden abgelesenen Winkeln zu nehmen. Da die Dispersion der Farben und die Drehung der Polarisationsebene angenähert in gleicher Weise mit den Wellenlängen fortschreiten, so ist dies Verfahren durchaus korrekt.

Allem Anschein nach dürfte diese Methode, welche ja vorläufig auf die Anwendung des Sonnenlichts berechnet ist, eine recht genaue Einstellung gestatten. Ob bei Anwendung von Flammen und einer darin enthaltenen leuchtenden Natriumlinie — wie sie sich für die praktische Anwendung im Zuckerfach empfehlen würde — die Einstellung ebenso genau bleibt, muss die Erfahrung lehren. Die Aehnlichkeit der Anordnung mit dem Wild'schen Polaristrobometer ist nur eine bedingungsweise. *Z.*

Neu erschienene Bücher.

Vorträge über Geschichte der technischen Mechanik und theoretischen Maschinenlehre, sowie der damit im Zusammenhange stehenden mathematischen Wissenschaften.

Von Prof. Dr. M. Rühlmann. I. Theil: Technische Mechanik. Leipzig. Baumgärtner.

Das vorliegende Werk stellt eine zusammenfassende Bearbeitung des historischen Entwicklungsganges der genannten Disciplinen dar. Verfasser hatte bereits früher seine in erster Linie der Erkenntniss des dem Praktiker Nützlichen gewidmeten Arbeiten durch

zahlreiche historische Notizen belebt und so auch über ihren ersten Zweck hinaus anregend und fruchtbringend gestaltet. Im vorliegenden Werke ist nun, entsprechend der grundlegenden Bedeutung der Mathematik und Mechanik für die theoretische Maschinenlehre, die geschichtliche Entwicklung dieser Disciplinen, soweit sie für die Technik in Betracht kommen, systematisch behandelt. Das Buch dürfte auch über die Kreise der Techniker hinaus Interesse verdienen; wir finden in demselben nicht nur die hervorragendsten Leistungen erwähnt, sondern auch das wichtigste daraus in meist knapper Form behandelt, ausserdem aber die Biographien aller hervorragenden Förderer des behandelten Gebietes.

Verf. beginnt mit Aristoteles, dem ersten, welcher das Experiment als wichtigste Stütze der Theorie erkannte. Als der eigentliche Begründer einer wissenschaftlichen Mechanik wird Archimedes bezeichnet, dessen Untersuchungen über Stabilität noch heute fast unveränderte Geltung besitzen. Mit Hero von Alexandrien, der u. A. auch Katoptrik und Dioptrik behandelte, schliessen dann die wissenschaftlich-technischen Untersuchungen des Alterthums im Wesentlichen ab, um, mit wenigen Ausnahmen, erst im späten Mittelalter wieder aufgenommen zu werden, wo Männer wie Leonardo da Vinci, Kopernikus, Kepler und vor Allem Galilei in die neuere und neueste Zeit überleiten, auf deren Entwicklungsreichthum einzugehen an dieser Stelle zu weit führen würde.

Die Einhaltung des historischen Entwicklungsganges hat nun aber den Uebelstand, dass der sachliche Zusammenhang nicht überall hervortreten kann. Verf. begegnet diesem Mangel dadurch, dass er die historische Entwicklung besonders wichtiger Gegenstände, wie z. B. der Gesetze des Stosses fester Körper, in besonderen Abschnitten im Text, oder wie die Geschichte des Parallelogramms der Kräfte in Zusatzkapiteln behandelt.

Zahlreiche, in Text und Fussnoten gegebene Quellennachweise bieten dem Leser schätzbare Hilfe für das eigene Studium. *P.*

Handbuch der Physiologischen Optik. Von H. v. Helmholtz. Zweite umgearbeitete Auflage. Fünfte Lieferung. Hamburg u. Leipzig, L. Voss. M. 3,00.

Von der zweiten Auflage des hochbedeutsamen Werkes ist soeben die fünfte Lieferung erschienen. Dieselbe beendigt die Lehre von den Gesichtsempfindungen, — zusammengesetzte Farben, Farbenblindheit — und beginnt die Erörterung der Intensität der Lichtempfindung. Das ganze Werk wird in zehn Lieferungen erscheinen. *W.*

C. Koppe. Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst. Weimar. M. 6,00.
E. Hospitalier. Les Compteurs d'énergie électrique. Paris. Masson. M. 1,60.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 7. Mai 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Lindeck sprach über den Begriff und das Wesen des magnetischen Feldes unter Vorzeigung einer Anzahl vorzüglich dargestellter Kraftkurven. Der Inhalt des Vortrages ist einer ausführlichen Mittheilung in einem späteren Hefte dieser Zeitschrift vorbehalten.

Sitzung vom 21. Mai 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Prof. Dr. Seibt sprach über ein von ihm angegebenes neues Registrirwerk mit selbstthätiger Mittelbilde- und Fernmessvorrichtung; dasselbe ist zunächst zum Registriren von Wasserständen konstruirt und bildet den Hauptheil des neuen für Swinemünde bestimmten selbstregistrirenden Pegels, welcher im Auftrage des Herrn Prof. Helmert, Direktor des Königl. Geodätischen Instituts, von Herrn R. Fuess gebaut wird. Der Apparat beruht auf dem Grundgedanken, den Gang einer Pendeluhr proportional dem Steigen und Fallen des Wasserstandes zu beeinflussen. Die Bewegung eines Schwimmers

wird durch Vermittlung eines entsprechend geformten Kurvenstücks auf die bewegliche Linse eines zusammengesetzten Pendels übertragen und diese je nach dem Steigen und Fallen des Schwimmers an der Pendelstange entsprechend verschoben. Die jeweiligen Wasserstände stehen dann zu einander in demselben Verhältniss, wie die Anzahl der zugehörigen Pendelschläge und aus der durch ein Zählwerk ermittelten Summe der letzteren ist das Mittelwasser für einen bestimmten Zeitraum ohne Weiteres abzuleiten. Wird das in dieser Weise beeinflusste Uhrwerk in eine elektrische Leitung eingeschaltet, so können die Pendelschläge auf beliebige Entfernung unter Zuhilfenahme eines Telephons hörbar oder unter Anwendung eines gewöhnlichen Tasterwerkes anderweitig kenntlich gemacht werden. Der Vortragende hob hervor, dass das Princip dieses Registrirwerkes ebenso wie für Wasserstandsanzeiger sich auch für Registrirung meteorologischer Elemente eigne und allgemeinster Anwendung fähig sei. — Herr Fuess führte ein Modell eines nach obigem Principe von ihm konstruktiv durchgearbeiteten Apparates vor, das, um die Wirkungsweise zu zeigen, mit einem Telephon verbunden war. Herr Raub erläuterte endlich die Art und Weise, in welcher er, um die Fernregistrirung zu erleichtern, ein Mikrophon in das Uhrwerk eingeschaltet hat. — Der Apparat, der bereits zum Patent angemeldet ist, wird nach seiner Fertigstellung eingehend in dieser Zeitschrift beschrieben werden.

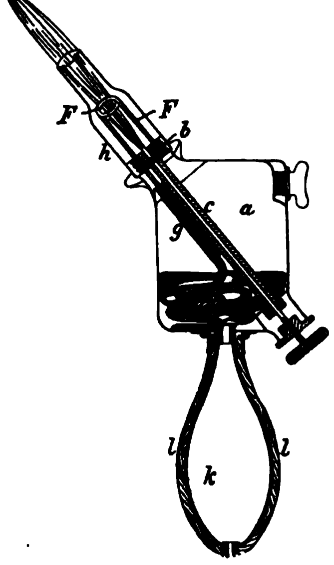
Der Herr Vorsitzende theilte schliesslich ein Verfahren zum Poliren von Aluminium mit. Der Vortragende hat vielfache Versuche über das Poliren von Aluminium angestellt, die längere Zeit hindurch nicht zufriedenstellend verliefen. Neuerdings verwendet er eine in Muspratt-Kerl's Chemie angegebene Mischung von gleichen Theilen Olivenöl und Rum, welche so lange geschüttelt werden, bis sie sich zu einer trübgelben dicken Flüssigkeit verbunden haben. Mit Hilfe dieser Flüssigkeit gelingt das Poliren mit Schmirgelpapier, sowie auch das nachherige Glänzen mit dem Polirstein überraschend schön und leicht.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Löthlampe. Von F. Butzke in Berlin. No. 44672 vom 23. Februar 1888.



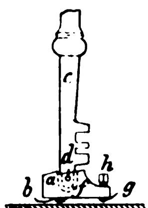
Bei dieser Lampe ist das Vergasungsrohr *F* für den in dem Behälter *a* enthaltenen und durch einen Docht *g* emporgehobenen flüchtigen Kohlenwasserstoff derart in der Hülse *h* angeordnet, dass es von den aus der Gasausströmungsöffnung entweichenden brennenden Gasen unmittelbar getroffen, dadurch stark erhitzt und der Brennstoff, völlig vergast, in den durch Rohr *c* von dem Behälter *a* ganz abgeschlossenen, regulirbaren Ausströmungskanal des Mundstückes *b* geführt wird. Der Griff des Apparates ist zu einem Gebläse ausgebildet, welches aus einem zwischen den im Scharnier beweglichen schalenförmigen Hälften des Griffes *l* liegenden elastischen Ball *k* mit Saug- und Druckventil besteht.

Zirkelkopf. Von Koch & Behre in Hildesheim. No. 45506 vom 1. April 1888. Kl. 42.

Behufs der Vermeidung des todten Ganges und um eine leichte und sichere Feststellung des Zirkels zu erhalten, ist dessen Gelenk durch den in dem einen Schenkel befestigten Stahlring *c* gebildet, welcher mit seiner konischen Stirnseite in eine entsprechende Ringnut des anderen Schenkels eingreift. Die Schraube *d* mit der auf die Unterlage *b* drückenden Mutter *a* hält die beiden Schenkel zusammen und dient zum Nach- bezw. Feststellen.

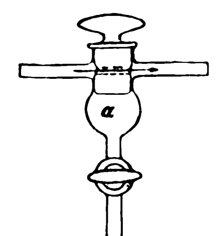
Werkzeug zum Glasschneiden. Von J. Urbanek & Co. in Wien. No. 45831 vom 10. Mai 1888. Kl. 32.

Dieser Glasschneideapparat besteht aus dem Kopf *a*, in welchem der Diamant *b* gefasst ist, und dem Hefte *c*, um welches der Kopf auf einer zur Längenaxe des Heftes senkrechten Axe *d* etwas drehbar ist. Zu dem Zwecke ist der Kopf *a* mit einer Höhlung *f* versehen, in welche das Ende des Heftes *c* hineingreift, und letzterer ist durch die Axe *d* mit dem Kopf verbunden. Gegen das hintere Ende des letzteren zu kann ein zweiter stumpfer Diamant *g* eingesetzt werden, der durch eine kleine Stellschraube *h* oder andere Stellvorrichtung parallel zur Längenaxe des Heftes verstellt werden kann, und durch welchen der eigentlich das Schneiden des Glases bewirkende, etwas excentrisch gegen die Drehaxe *d* stehende Diamant *b* seine Führung erhält.



Glashahn mit luftleerer Kammer. Von C. Gerhardt in Bonn. No. 46258 vom 12. Juni 1888. Kl. 42.

Bei diesem Hahn ist als Fortsetzung der Hülse eine kugelartige Erweiterung *a* angebracht, welche luftleer gemacht wird. Durch diese Luftverdünnung wird der Hahnstopfen stark angezogen und ein ausgezeichneter Schluss erreicht.



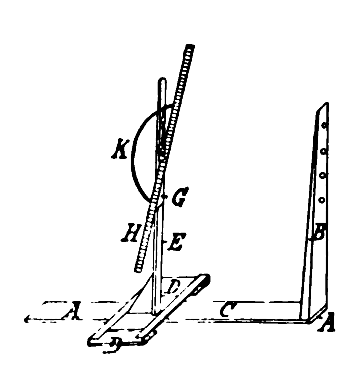
Lichtmesser für photographische Zwecke. Von F. Kugler in Sigmaringen. No. 46254 vom 18. März 1888. Kl. 57.

Zwischen zwei trichterförmigen Visirröhren *I* und *i* sind zwei mit einander verbundene Glasscheiben *aa'* drehbar angeordnet. Diese Glasscheiben sind in eine Anzahl gleicher Sektoren getheilt, welche verschieden durchsichtig gemacht sind. Vermittels eines Friktionsrädchens können die Scheiben *aa'* gedreht und nach einander die verschiedenen Theile derselben zwischen die Visirröhren gebracht werden. Die Expositionszeit kann auf einer Skale *e*, welche verstellbar auf dem die Glasscheiben *a* aufnehmenden Blechcylinder *f* angeordnet ist, abgelesen werden.

Perspektivischer Grössenmesser. Von P. Biller in Breslau. No. 45512 vom 12. Mai 1888. Kl. 42.

Der perspektivisch abzubildende Gegenstand wird durch die Sehlöcher des Stabes *B* betrachtet, und die scheinbaren Längen und Winkel werden mittels des entsprechend einzustellenden Maassstabes *H* und der an diesem angebrachten Gradskale *K* gemessen.

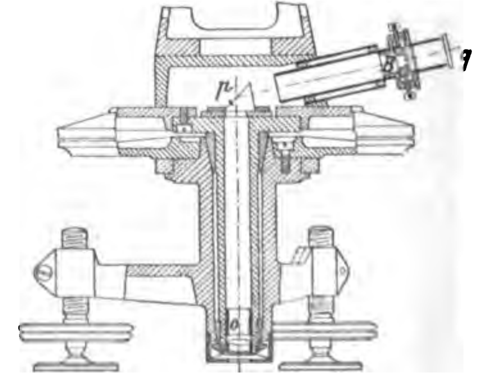
Dieser Maassstab ist im Mittelpunkt der Gradskale um einen Zapfen der Hülse *G* drehbar, welche sich auf dem Stabe *E*, der in *D* gleitet, auf- und abschieben lässt. *D* ist mit der Gleitbahn *C* fest verbunden, in welcher die an *B* rechtwinklig befestigte Schiene *A* geführt wird. Der Zeiger für die Gradskale sitzt fest auf dem erwähnten Zapfen.



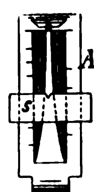


Centrirvorrichtung für Theodolite. Von O. Fennel in Kassel. No. 45593 vom 3. Juni 1888. Kl. 42.

Die Centrirvorrichtung besteht aus dem gebrochenen Fernröhrchen *opq*, dessen Objektiv in der Vertikalaxe des Theodoliten angebracht ist. Um den Theodoliten über einen gegebenen Punkt aufzustellen, wird derselbe zunächst vertikal gestellt und dann auf der Stativplatte verschoben, bis sich das Bild des betreffenden Punktes und der Schnittpunkt des bei *B* angebrachten Fadenkreuzes decken.

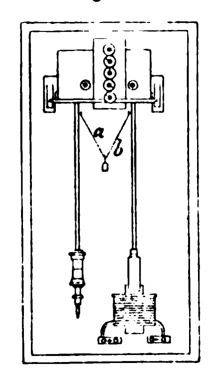


Zielvorrichtung mit Entfernungsmesser für Schusswaffen. Von H. Cl. Walker und H. Ch. Heffer in London. No. 46275 vom 8. April 1888.' Kl. 42.



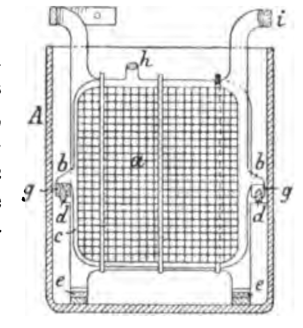
Das Visir hat eine solche Verjüngung der lichten Weite seines Rahmens *A*, dass, wenn bei waagerechter Lage desselben der Schieber *s* an diejenige Stelle geschoben wird, welche das Ziel (von bekannter Höhe) gerade zwischen sich fasst, es auf dieses Ziel eingestellt ist. Nach der Verschiebung von *s* wird das Gewehr gedreht, bis *A* wieder senkrecht steht, und dann wird in üblicher Weise gezielt und gefeuert. Der Rahmen *A* trägt eine Skale, welche die Entfernungen anzeigt, die den verschiedenen lichten Weiten entsprechen.

Neuerung an Elektricitätszählern. Von H. Aron in Berlin. No. 45217 vom 8. Mai 1888. Kl. 21.



Die Neuerung bezieht sich auf solche Elektricitätszähler, welche aus zwei Uhrwerken bestehen, die durch die Differenz ihres Ganges unter dem Einfluss des elektrischen Stromes die Zählung des Stromverbrauchs bewirken (vgl. *diese Zeitschr. 1885, S. 250 u. 331, 1888, S. 113*), und besteht in der Verbindung der die beiden Uhrwerke regulirenden Pendel oder Unruhen durch ein leicht nachgiebiges Band *a*, welches, durch ein kleines Gewicht *b* hinreichend gespannt, den Gang der Uhrwerke übereinstimmend erhält, wenn der Strom nicht wirkt, ihnen aber ihre Unabhängigkeit im Gange bei Wirkung des Stromes belässt.

Neuerung an Sekundärbatterien. Von The Electrical Power Storage Company, Limited in London. No. 46242 vom 1. April 1888. Kl. 21.



Die Platten *c* des einen Zeichens stützen sich mit seitlichen unteren Verlängerungen *e* auf den Boden des Gefässes *A* und sind an beiden Seiten durch Schienen *d* verbunden, auf welche sich, durch sattelartige Zwischenstücke *g* isolirt, die ebenfalls unter einander durch Stangen *h* und *i* verbundenen Platten *a* des anderen Zeichens mit ihren Nasen *b* aufsetzen. Auf diese Weise wird unterhalb der Platten ein freier Raum zur Aufnahme sich ablösender Plattentheilchen gewonnen.

Für die Werkstatt.

Vorrichtung zum Fräsen nach Lehrmustern (Schablonen). Mitgetheilt von B. Pensky.

In englischen Werkstätten fand ich eine Vorrichtung in Gebrauch, welche in Deutschland wenig bekannt zu sein scheint. Dieselbe dient dazu, unter Anwendung geeigneter Lehren mittels einer Stirnfräse die äussere Form von Platten oder sonstigen flachen Stücken herzustellen, beziehungsweise nachzuarbeiten. Da sich die Vorrichtung auf jeder kräftigen Drehbank verwenden lässt, so dürfte eine Besprechung derselben manchem unserer Leser willkommen sein.

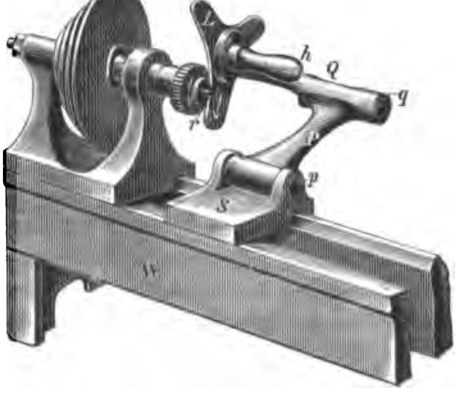


Fig. 1.

Längs der Drehbankwange *W* lässt sich ein Schlittenstück *S* (Fig. 1) verschieben und beliebig festklemmen. Dasselbe enthält die Lagerung für die Axe *p* eines Gelenkarms *P*, an dessen freies Ende ein zweiter Arm *Q* mittels einer soliden Axe *q* drehbar angefügt ist. Die Axen *p* und *q* müssen untereinander, sowie zur Drehbankspindel parallel sein, in welchem Falle das freie Ende von *Q* in einer Ebene senkrecht zur Spindelaxe mittels eines kräftigen Handgriffes *h* beliebig bewegt werden kann. Dies freie Ende ist mit einer Verstärkung versehen, an welcher die Lehren

befestigt werden. Mit der Drehbankspindel rotirt eine Stirnfräse, deren Axe in einen mit der Fräse koncentrischen Zapfen ausläuft. Auf diesem steckt lose ein Röllchen mit oder ohne Nut. Wird nun das freie Ende des Doppelgelenkes mittels des daran befestigten Handgriffs so bewegt, dass der Rand der Lehre stets gegen das Röllchen gedrückt wird, so erzeugt die Fräse eine Figur, deren Abstand von der Lehrform gleich dem Unterschiede der Radien der Fräse und der Führungsrolle ist. Werkstücke, welche nach einer Lehre geformt werden sollen, werden mit letzterer durch Schrauben verbunden, so dass bei der Bewegung der Lehre gegen die Axrolle der Fräse alle überstehenden Materialtheile durch letztere entfernt werden. Dabei ist das Werkstück aber stets in dem der Bewegungsrichtung der schneidenden Zähne entgegengesetzten Sinne zu führen.

Natürlich lassen sich nur solche Formen herstellen, deren Begrenzungen nicht Hohlkurven von geringerem als dem Radius der Fräse aufweisen. So lange es sich um die Ausarbeitung von Hohlkurven handelt, ist die Führung der Axrolle an der gleichfalls hohlen Lehrkurve hinreichend sicher. Sobald aber erhaben gekrümmte — konvexe — Flächen, namentlich solche von sehr kurzer Krümmung zu bearbeiten sind, liegt die Gefahr eines Abgleitens vor. Um das zu vermeiden, werden an solchen Stellen die Lehrkurven mit passend angebrachten Gegenkurven versehen, welche in einem Abstande von der Grösse des Durchmessers der Axrolle überall gleich weit von der Lehrkurve entfernt sein müssen. In der Fig. 1 ist die Vorrichtung dargestellt. Fig. 2 und 3 zeigen als Beispiel die Form und Einrichtung einer Lehre, wie sie zur Herstellung von Dreifussstativen der eingezeichneten Grundrissform gebraucht wird. Die Gegenkurven müssen natürlich in einer Ebene mit der Lehrkurve liegen; sie sind deshalb mit letzterer durch starke Platten, welche mit Rücksicht auf die Rollenaxe mittels zwischengelegter Klötze in einigem Abstande von der hinteren Fläche der Lehre gehalten werden, durch feste Nietung verbunden.



Fig. 2. Fig. 3.

Zweifellos ist die beschriebene Vorrichtung mit Vortheil zur gröberen Bearbeitung sehr vieler Instrumententheile verwendbar, welche gegenwärtig entweder mit der Feile oder durch Fräsen der geraden und Ausdrehen der geschweiften Theile ihre äussere Form erhalten. Das letztere ist da aufgenommen, wo es sich um saubere und zugleich wohlfeile Ausführungen handelte und man hat vielfach für diesen Zweck ältere, nur mit der Feile herstellbare Formen entsprechend abgeändert. Aehnliche Abänderungen gebräuchlicher Formen würden durch die Anwendung der beschriebenen Vorrichtung mehrfach bedingt werden, wobei man jedoch eine erheblich bequemere Bearbeitung erzielen würde als durch Fräsen und Drehen in der üblichen Weise. Denn hierbei ist für jede Fläche ein erneutes Aufspannen erforderlich, während die beschriebene Vorrichtung die Herstellung der ganzen Form bei nur einmaliger Aufspannung ermöglicht.

Warnung!

Die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt zu Charlottenburg theilt der Redaktion mit, dass von ihren Ausstellungsobjekten in der Unfallverhütungs-Ausstellung ein apochromatisches Zeiss'sches Objektiv, homogene Immersion, num. Apertur 1,30, Brennweite 2 *mm*, entwendet worden ist. Das Objektiv trägt ausser der vollen Firma (Carl Zeiss in Jena) und den üblichen Bezeichnungen unten an der Linsenfassung und neben der Linse die Fabrikationsnummer 555 in kleinen Ziffern eingeschlagen; das Objektiv wurde ohne die übliche Messinghülse, aber mit dem hierzu gehörigen Verschlussdeckel entwendet. Es wird gebeten, das Objektiv anzuhalten, falls es zum Verkauf angeboten werden sollte.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. | **H. Haensch**, Beisitzer. | Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Juli 1889.** Siebentes Heft.

Metalllegirungen für elektrische Widerstände.

Von

Dr. **K. Feussner** und Dr. **St. Lindeck**.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Zu elektrischen Widerständen für Messungszwecke benutzt man bekanntlich am besten keine reinen Metalle, sondern Legirungen von zwei oder mehreren Metallen, weil durch Temperaturerhöhung der Widerstand der reinen Metalle eine sehr starke Zunahme erfährt (in der Regel 0,004 für einen Grad), während unter den Legirungen einige mit viel geringeren Temperaturkoefficienten schon seit längerer Zeit bekannt sind. Bei dem seither vorzugsweise für diesen Zweck angewandten Neusilber, einer Legirung von etwa vier Theilen Kupfer mit zwei Theilen Zink und einem Theil Nickel, ist der Wärmeeinfluss auf den elektrischen Leitungswiderstand nur etwa den zehnten Theil so gross wie bei den reinen Metallen.

Eine Reihe verschiedener Drahtsorten ist von uns rücksichtlich ihrer Brauchbarkeit zu Messwiderständen untersucht worden. Die hauptsächlichsten Ergebnisse dieser Untersuchung für acht Drähte sollen nachstehend mitgetheilt werden; die Beschreibung des Verfahrens und Mittheilung des gesammten Beobachtungsmaterials wird bis zum Abschluss dieser noch nicht ganz vollendeten Arbeit vorbehalten.

In der nachstehenden Tafel ist zunächst die chemische Zusammensetzung der Drähte (für sechs Sorten nach den Analysen des chemischen Laboratoriums der Reichsanstalt, für zwei nach den Angaben des Hüttenwerkes), sodann die elektrische Leitungsfähigkeit in *Mikrohm* für das *Kubikcentimeter* und der Temperaturkoefficient angeführt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	Neusilber.	Nickelin v. Obermaier.		Rheotan.	Patent-Nickel.		Mangankupfer.	Nickelmangankupfer.
		A. (Durchm. 1,0 mm)	B. (Durchm. 0,1 mm)		A. (Durchm. 0,6 mm)	B. (Durchm. 1,0 mm)		
Kupfer	60,16	61,63	54,57	53,28	74,41	74,71	70	73
Zink	25,37	19,67	20,44	16,89	0,23	0,52	—	—
Zinn	—	—	—	—	—	Spur	—	—
Nickel	14,03	18,46	24,48	25,31	25,10	24,14	—	3
Eisen	0,30	0,24	0,64	4,46	0,42	0,70	—	—
Kobalt	Spur	0,19	—	—	Spur	Spur	—	—
Mangan	Spur	0,18	0,27	0,37	0,13	0,17	30	24
	99,86	100,37	100,40	100,31	100,29	100,24		
Specifischer Widerstand	30,0	33,2	44,8	52,5	34,2	32,8	100,6	47,7
Temperaturkoefficient	0,00036	0,00030	0,00033	0,00041	0,00019	0,00021	0,00004	— 0,00003

Unter I giebt die Tafel die Zahlen für den Neusilberdraht, welchen die Herren Siemens & Halske bisher für Normalwiderstände benutzten. Dieser Draht zeigte unter verschiedenen Einflüssen eine zum Theil recht erhebliche Aenderung seines Widerstandswerthes, welche fast ausschliesslich auf eine Zunahme desselben hinauslief. Bei dem Wickeln wuchs der Widerstand um so mehr, je dünner die Rolle war. Bei Rollen vom zehnfachen Durchmesser des Drahtes wurden Zunahmen von fast 0,01 des Widerstandswerthes beobachtet. In der Folgezeit vergrösserte sich der Widerstand auch bei ruhigem Lagern noch fortwährend mit langsam abnehmender Geschwindigkeit. In den ersten acht Tagen nach dem Wickeln betrug die Zunahme etwa 0,0003. Bei einer erstmaligen Erwärmung des Drahtes auf 40 Grad stieg der Widerstand in der Regel um 0,0004 seines Werthes. Nach langdauernder Erhitzung auf höhere Temperaturen war der Einfluss einer nachfolgenden schwächeren Erwärmung geringer, konnte aber nie ganz aufgehoben werden. Ueberhaupt scheinen die Drähte nie vollständig zur Ruhe zu kommen. Die Differenzen zweier nahezu gleichen Widerstände änderten sich innerhalb weniger Tage mitunter um 0,0001 ihres Werthes.

Für Präcisionswiderstände ist ein Material von solchem Verhalten sehr ungünstig; es wurde daher nach Legirungen gesucht, welche von dieser Veränderlichkeit möglichst frei sein und gleichzeitig einen niedrigen Temperaturkoefficienten besitzen sollten. Zunächst wurde das in neuerer Zeit viel zu Widerstandsdrähten verwandte Nickelin untersucht. Es lagen hiervon zwei von Herrn Obermaier in Nürnberg bezogene Sorten vor, sie sind in der Tafel unter II und III aufgeführt. Die chemische Analyse zeigt, dass es etwas nickelreichere Neusilbersorten sind, deren Zusammensetzung einen besonderen Namen kaum rechtfertigen dürfte. Ihr Widerstand ist etwas höher, ihr Temperaturkoefficient geringer als bei der Neusilbersorte unter I. Auf die Haltbarkeit des Widerstandswerthes in derselben Weise wie jener Draht untersucht, erwiesen sie sich zwar als etwas dauerhafter, im Wesentlichen aber mit denselben Fehlern behaftet.

An vierter Stelle erscheint das von Dr. Geitner's Argentanfabrik neuerdings speciell für elektrische Widerstände in den Handel gebrachte Rheotan. Es unterscheidet sich rücksichtlich seiner chemischen Zusammensetzung eigentlich von dem Nickelin III nur dadurch, dass 4% Zink durch Eisen ersetzt sind. Der hohe Temperaturkoefficient lässt es für Messwiderstände weniger geeignet als das Nickelin erscheinen. Die Haltbarkeit dürfte in Rücksicht auf die Zusammensetzung kaum besser als bei diesem sein, wurde jedoch in Ermanglung von Draht geeigneter Dicke noch nicht untersucht.

Um die fortdauernde Widerstandsänderung obiger Drahtsorten zu erklären, glaubten wir annehmen zu müssen, dass das durch den Guss und die Bearbeitung in einen amorphen Zustand versetzte Metall bestrebt sei, sich mehr und mehr in einen krystallinischen Zustand umzuwandeln. Wir vermutheten, dass diese Eigenschaft vorzugsweise durch das auch sonst zum Krystallisiren geneigte Zink hervorgerufen würde, und suchten daher Legirungen zu erlangen, welche nur aus Nickel und Kupfer oder aus Nickel und Silber bestehen. Während wir noch bestrebt waren, solche Legirungen herzustellen, erhielten wir zufällig von Siemens & Halske einen Widerstand mit dem auffallend niedrigen Temperaturkoefficienten 0,00017. Durch die Freundlichkeit genannter Firma erfuhren wir, dass das Drahtmaterial zu demselben von den Herren Basse & Selve in Altena bezogen war, und erhielten auch Proben davon zur Untersuchung, welche die Bezeichnung „Patentnickel" trugen. Die Tafel giebt unter V und VI die für zwei derartige Drähte verschiedener Dicke ermittelten Zahlen-

werthe. Die Analyse zeigt, dass ausser Kupfer und Nickel nur noch geringe Mengen anderer Metalle zugegen sind. Auf die Dauerhaftigkeit des Widerstandswerthes wurden die Drähte genau so untersucht, wie es mit den Neusilber- und Nickelindrähten geschehen war. Durch das Wickeln nahm der Widerstand zunächst ebenfalls zu, jedoch nur um einen etwa halb so grossen Betrag, und diese Zunahme ging — im Gegensatz zu dem Verhalten der früher untersuchten Drähte — zum Theil wieder zurück, wenn die Rollen nach dem Wickeln einige Tage ruhig lagerten. Ebenso veranlasste Erwärmen eine Abnahme des Widerstandes. Eine Rolle, welche schon einmal einige Stunden lang auf 150° erhitzt worden war, erfuhr durch nachfolgende Erwärmung auf 100° keine merkliche bleibende Aenderung mehr und hat sich auch später bei längerem Lagern bis jetzt unverändert gehalten.

Ueber das gesammte Verhalten der Drähte bezüglich der Aenderungen des Leitungswiderstandes haben wir uns hiernach die folgende Vorstellung gebildet. Durch alle mechanischen Gestaltsänderungen, unter anderem auch durch das Wickeln auf Rollen, wird das Material sämmtlicher Drahtsorten in einen Zustand innerer Spannung und mechanischer Härtung versetzt, welche den elektrischen Leitungswiderstand vergrössert. Durch nachfolgende Erwärmung kann jener Zustand stufenweise wieder gehoben werden, ganz wie es bei gehärtetem Stahle durch das Anlassen geschieht. Daneben tritt bei den Neusilber- und Nickelindrähten noch eine langsame Umwandlung in den krystallinischen Zustand oder ein Auskrystallisiren einzelner Bestandtheile auf, durch welche der Widerstand ebenfalls vergrössert wird. Die Umwandlung findet bei gewöhnlicher Temperatur nur sehr langsam statt, nimmt aber bei Erwärmung erheblich zu. Bei den zinkfreien Kupfernickellegirungen fällt dagegen die Umwandlung in den krystallinischen Zustand fort, und Drähte dieser Art gelangen durch Erwärmung auf höhere Temperaturen in einen Dauerzustand für niedrigere Wärmegrade.

Soweit die Beobachtungen bis jetzt reichen, ist daher in dem Patentnickel ein für die Anfertigung von Präcisionswiderständen geeignetes Material gefunden. Es kommt hinzu, dass sein Temperaturkoefficient niedriger ist, als man ihn seither für irgend eine Metallsorte kannte.

Bei dem Suchen nach einem geeigneten Widerstandsmaterial richteten wir unser Augenmerk auch auf die neuerdings von der Isabellenhütte bei Dillenburg in den Handel gebrachten Manganlegirungen, insbesondere nachdem der Amerikaner Herr Weston bei solchen Drähten einen negativen Temperaturkoefficienten gefunden haben sollte. Wir erhielten Legirungen dieser Art, deren Zusammensetzung zum Theil nach unserer Anweisung erfolgt ist. Für eine vorläufige Untersuchung wurden aus den von der Isabellenhütte erhaltenen Gussbarren Streifchen mit der Säge ausgeschnitten und zu Draht ausgezogen. Das Metall ist sehr zähe und lässt sich gut ziehen, die Säge wird von demselben stark angegriffen. Das Mangankupfer (VII der Tafel) ist stahlgrau, das Nickelmangankupfer (VIII) blassrosa von Farbe. Die chemische Analyse ist noch nicht abgeschlossen, die Tafel enthält deshalb nur die dem Hüttenwerk aufgegebene Zusammensetzung. Auch die in der Tafel angeführten Zahlen für den specifischen Widerstand und den Temperaturkoefficienten sind nur als vorläufige anzusehen. Man sieht daraus jedoch schon soviel, dass der Temperaturkoefficient bei beiden Legirungen ausnehmend klein und bei der letzten in der That negativ ist. Ferner ist der ausserordentlich grosse specifische Widerstand des Mangankupfers bemerkenswerth.

Wir haben also zunächst die sehr interessante Thatsache zu verzeichnen,

dass es auch Metalllegirungen giebt, deren Widerstand mit der Zunahme der Wärme sich erniedrigt.

Für die Anfertigung von Messwiderständen bietet dieses Material den grossen Vortheil fast vollständiger Unabhängigkeit von der Temperatur, insbesondere wenn es gelingt, durch eine Mischung der beiden angeführten Legirungen dem Temperaturkoefficienten Null sich noch weiter zu nähern. Wir werden festzustellen suchen, inwieweit dieses Material auch für Präcisionswiderstände sich eignet, sobald eine genügende Menge Draht davon hergestellt sein wird. Auch werden wir darauf bedacht sein, Legirungen mit noch grösserem negativen Temperaturkoefficienten zu erlangen, und hoffen, in Kurzem bestimmte Mittheilungen über die Zusammensetzung der für die verschiedenen Zwecke geeignetsten Legirungen machen zu können.

Vorrichtungen, welche im physiologischen Institut zu Bern bewährt sind.

Mitgetheilt von

H. Kronecker.

I. Vorrichtungen zur Zeitmessung.

1. Sekundenuhr.

Als Grundlage für die Zeitmessung dient auch in meinem Institute ein Sekundenpendel, welches von einer sogenannten Regulatoruhr im Gang gehalten ist. Das Pendel trägt an seinem unteren Ende eine Platinschneide, welche beim Schwingen durch die Gleichgewichtslage eine aus eisernem Näpfchen aufragende Quecksilberkuppe durchschneidet. Vom Pendel, sowie vom Quecksilbernäpfchen, führt je ein Leitungsdraht zum Experimentirtische, woselbst eine Tauchbatterie und ein Elektromagnet in den chronographischen Kreis eingeschaltet sind[1]).

2. Elektrischer Markirapparat.

Den elektrischen Markirapparat hat Herr Mechaniker Pfeil in Berlin auf meinen Rath im Anschluss an das im ersten Hefte dieser Zeitschrift (*1881. S. 31*) dargestellte Schreibtelephon konstruirt. Derselbe „übertrifft" — nach den Erfahrungen von Prof. Tigerstedt — „weitaus das Signal Deprèz, welches alle übrigen Signale bis jetzt in Schatten gestellt hat"[2]). Auch Prof. Yeo hat einen nach gleichem Princip von der *Cambridge Scientific Instrument Company* gebauten Apparat bei seinen neuesten genauen Untersuchungen über die Zeit der latenten Reizung für Muskeln am brauchbarsten gefunden. (*Journal of Physiology IX, S. 411. 1888.*)

Der Anker des kleinen Elektromagneten ist nach dem Telephonprincip gebaut, d. h. er besteht aus einer 63 *mm* langen, 14 *mm* breiten, 0,5 *mm* dicken Stahlplatte, deren Enden auf den ebenen Klötzchen der gespreizten Stützpfeiler *aa* (Fig. 1) durch Schraubenklemmen befestigt liegen. Auf der Mitte der Ankerplatte ist ein Messingstäbchen *c* vernietet, dessen anderes Ende eine flache Messinghülse umgreift; in dieser steckt ein Schilfhebel *d*, dessen freies Ende eine feingeschabte Rabenfederspitze

---

1) Die trefflich gearbeitete Uhr mit Kontakt ist von Herrn Dr. Hasler konstruirt und in dessen eidgenössischer Telegraphen-Werkstatt für den Preis von 110 Francs zu haben. — 2) *du Bois-Reymond's Arch. f. Physiol. 1885. Supplem. S. 133.* „Untersuchung über die Latenzdauer der Muskel-Zuckung . . . ." von R. Tigerstedt, dessen klare Beschreibung des Apparates ich im Wesentlichen wiedergebe.

trägt. Die Axe des Schilfhebels bewegt sich in Spitzenschrauben *ee*, welche von einem kleinen, am äusseren oberen Rande der einen Stützplatte befestigten Pfeiler *f* getragen werden. Die Entfernung des Stützpunktes von der Axe ist 3,5 *mm*, diejenige der Schreibspitze 78 *mm*, die Exkursionen der Stahlplatte werden also etwa 22 mal vergrössert aufgezeichnet. Um die Schwere des längeren Hebelarmes zu kompensiren, ist am kürzeren Hebelarm hinter der Axe ein kleines Gegengewicht *g* angebracht. Unterhalb der Stahlplatte befindet sich ein Elektromagnet *hh*. Mittels einer Schraube *i* kann derselbe der Platte genähert, oder von ihr entfernt und somit die Exkursion derselben vergrössert oder verkleinert werden. Wenn der Strom geschlossen wird, so wird die Platte vom Magnet angezogen; wenn der Strom geöffnet wird, nimmt die Platte ihre frühere Gleichgewichtslage wieder an. Die Platte darf die Pole des Elektromagneten nie berühren. In Folge dessen wird die Verzögerung des Signals bei der Oeffnung des Stromes sehr klein. Um die Schreibspitze des Markirapparates gegen die Schreibfläche fein einzustellen, ist der ganze Apparat durch eine Tangentialschraube *k* um seine Längsaxe drehbar. Dem Apparat ist eine Universal-Muffe beigegeben zur Befestigung an beliebigem Stative. Mit der Muffe verbunden ist eine Hülse, in deren vierseitig prismatisches Lumen der den Magneten tragende Eisenstab *m* passt. Man kann den Stab sowohl in solcher Lage durch die Hülse stecken, dass der Schreibhebel auf horizontaler Schreibfläche markiren kann, und auch, dass er auf vertikaler Ebene schreibt. Zu den grossen Vorzügen, welche Pfeil's Markirapparat durch seine Bequemlichkeit und Empfindlichkeit besitzt, hebt Tigerstedt auch den Vortheil hervor, dass der Kupferdraht des Elektromagneten nicht so fein, wie beim Signal Deprèz ist, und daher stärkere Ströme verträgt, ohne zu glühen. Die Latenzdauer des Markirens hat Yeo im Mittel auf 0,00077^s bestimmt.

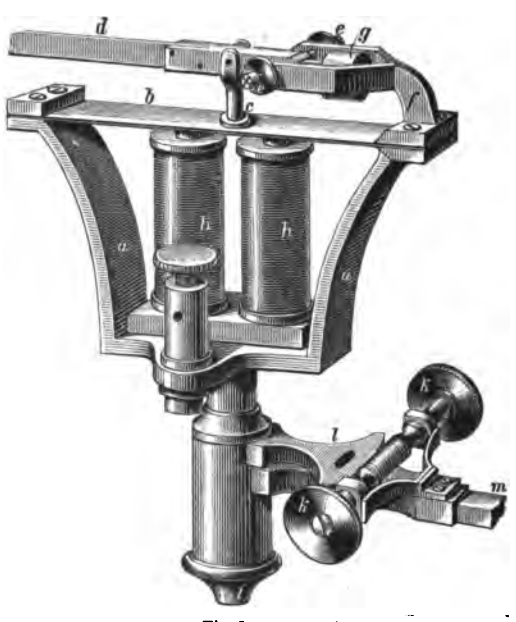


Fig. 1.

3. Elektrisches Stroboskop.

Wird der Stromkreis eines Kapillarelektrometers rasch, d. h. 10 und mehr mal pro Sekunde unterbrochen, so sind die einzelnen Oscillationen der Quecksilberkuppe für das Auge nicht mehr unterscheidbar, sondern die Kuppe zeigt blos einen grauen Saum. Dabei lässt sich ohne Weiteres nicht bestimmen, ob die Zahl der Oscillationen mit der Zahl der Unterbrechungen übereinstimmt. Dieser Nachweis lässt sich jedoch leicht führen durch ein auf meinen Rath konstruirtes Stroboskop: An das Ende des Schreibhebels eines Pfeil'schen Markirapparates wird statt der Schreibspitze ein quadratisches Blättchen Papier von 1 *cm* Seite befestigt. Schaltet man diesen Apparat in den Kreis eines elektrischen Unterbrechers, so schwingt der Schreibhebel in der Periode der unterbrechenden Feder mit. Das an der Spitze des Hebels befindliche Papierblättchen, welches bei genügender Länge des Hebels ziemlich be-

deutende Exkursionen macht, zeigt dann (bei genügend grosser Frequenz) an seinem oberen und unteren Rande einen breiten grauen Saum, während das Blättchen selbst in Ruhe zu verharren scheint. Bringt man nun das schwingende Blättchen zwischen das Objektiv des zur Beobachtung dienenden Mikroskopes und den schwingenden Meniskus: derart, dass die Oscillationen des Meniskus (bezw. der graue Saum) durch den unteren oder oberen Saum des schwingenden Blättchens hindurch gesehen werden, so verschwinden die Oscillationen des Meniskus und der letztere erscheint vollkommen scharf und unbeweglich, wenn beide (Meniskus und Blättchen) mit der gleichen Frequenz schwingen. Da nun die Oscillationen beider durch denselben Unterbrecher hervorgerufen werden, so ist bewiesen, dass das Quecksilber keine eigene Schwingungsperiode hat, sondern genau den Oscillationen des Unterbrechers folgt. Dies ist von Martius für Schwingungen bis zu 100 Unterbrechungen pro Sekunde nachgewiesen worden. Schaltet man Kapillarelektrometer und Stroboskop in besondere Stromkreise ein, so erscheint der Meniskus nicht unbeweglich, sobald die Frequenz der beiden Unterbrecher verschieden ist. Es bilden sich dann durch Interferenz Schwebungen, deren Zahl pro Sekunde gleich ist der Schwingungsdifferenz der beiden Unterbrecher. Diese Differenz lässt sich leicht auf Bruchtheile einer Schwingung bestimmen, wenn man die Schwebungen einer Minute zählt. So ergeben z. B. 10 Schwebungen pro Minute $^1/_6$ Schwingungsdifferenz pro Sekunde.

Diese Methode wurde von Martius benutzt zum Nachweise, dass beim künstlichen Tetanus jedem einzelnen Reize eine negative Schwankung im Muskel entspricht. (*du Bois-Reymond's Archiv 1884, S. 5 bis 90.*)

4. Zungenpfeifenchronograph.

Zur Kontrole schneller Vorgänge dient uns ein Zungenpfeifenchronograph, welchen Herr Prof. Grunmach auf meine Veranlassung bei Herrn Instrumentenmacher Windler in Berlin hat konstruiren lassen. Grunmach's Chronograph besteht aus einer Zungenpfeife (Fig. 2). Die stählerne Zunge *a*, welche auf 100 Schwingungen pro Sekunde abgestimmt ist, deckt einen 22,5 *mm* langen und 2 *mm* breiten Schlitz am Ende eines verjüngt ausgezogenen Messingrohres von 12 *cm* Länge. Das freie Ende der Zunge ist rechtwinklig aufgebogen und von einem länglichen Loche durchbohrt. Dahinein ist das stumpfe Ende eines dünngeschabten Rabenfederkiels *b* locker gepasst. 10 *mm* davor ist das Federstückchen von einer kurzen nadelförmigen Axe durchbohrt, die in einem auf dem Ende des Pfeifenrohrs sitzenden Gäbelchen *c* drehbar ist. Das Schreibende der Feder ist zart zugespitzt und nur etwa 4 *mm* vom Drehpunkt entfernt. Hierdurch sind die Reibungswiderstände der schreibenden Spitze für die schwingende Zunge ohne merklichen Schaden. Um die Schwingungsebene mühelos parallel der Schreibebene zu stellen, sind von dem Ende der Pfeife aus zwei stumpfe Nadeln *dd* schräg gegen die Schreibfläche gelehnt, zwischen deren Spur die in die gemeinsame Tangente eingesetzte Schreibspitze ungehindert schwingt. Das weite Ende des Pfeifenrohres passt auf den Fortsatz eines Kugelresonators, welcher auf den dritten Oberton der Zungenpfeife abgestimmt ist. Diametral gegenüber dem Rohransatz trägt die Resonatorkugel einen zweiten, zur Verbindung mit einem Gummischlauch geeigneten. Dieser Schlauch führt zu einem Aspirator. Als solcher kann eine Wassersaugpumpe dienen oder ein Spirometer mit nach Bedürfniss

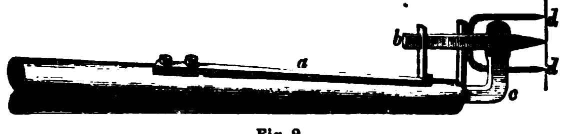


Fig. 2.

vermehrten Zuggewichten, oder in Ermangelung solcher Hilfsmittel der saugende Mund des Experimentators. — Bei 1 *mm* Höhe der gezeichneten Wellen lassen sich dieselben sehr bequem zählen.

II. Vorrichtungen zur Reizung.

1. Zungenpfeifenreizapparat.

Wenn man das freischwingende Zungenende des soeben beschriebenen Chronographen mit einem Platindrahtstückchen versieht und dieses in einen (weiter unten mit dem Interruptor beschriebenen) Spülkontakt tauchen lässt, so hat man einen elektrischen Unterbrechungsapparat, welcher eine elektrische Stimmgabel in ziemlich vollkommener Weise und mit geringen Kosten zu ersetzen vermag.

2. Elektrischer Unterbrechungsapparat.

Seitdem vor 50 Jahren der durch Elektromagnetismus selbstthätige Wagner-Neef'sche Unterbrecher von E. du Bois-Reymond verbunden mit seinem Schlitten-Induktorium zum Tetanisiren auf elektrischem Wege verwendet worden, ist dieses Princip das herrschende geblieben. Wohl sind Uhrwerke konstruirt worden, welche das alte Barlow'sche Rad in modificirter Form wieder aufleben liessen, aber sie haben sich nicht einzubürgern vermocht, weil ein regelmässig laufendes Uhrwerk bei weitem kostspieliger ist, als eine auf das Pendelprincip basirte Vorrichtung.

Freilich giebt es Fälle, wo eine Folge von Vorkehrungen verlangt wird, die ein pendelnder Unterbrecher nicht zu leisten vermag, so z. B. Herstellung und Aufhebung von Nebenschliessungen, oder Umkehrungen der Ströme in schneller Folge, oder periodisch veränderliche Stromschaltungen, oder gar rheonomische Einrichtungen. Hierfür werden rotirende Vorrichtungen, wie sie besonders vollkommen in Ludwig's physiologischer Anstalt konstruirt und vom Mechanikus Baltzar mustergiltig ausgeführt worden sind, nicht zu entbehren sein.

Schwingungen auf nicht magnetischem Wege sind mittels Friktionsrollen, wie bei meinem Toninduktorium, oder durch den Luftstrom, wie im oben beschriebenen Zungenpfeifenunterbrecher, und in neuster Zeit durch den Wasserstrom, wie bei R. Ewald's Stimmgabel, bewerkstelligt worden. Immerhin ermöglicht der elektromagnetische Antrieb gleichmässigste Bewegung schwingender Massen.

Um die Frequenz der Stromunterbrechungen abstufen zu können, hatte schon Halske den Wagner'schen Hammer mit verstellbaren Ansätzen versehen, Ruhmkorff ein Federpendel mit verschiebbarer Linse an seinem Interruptor eingerichtet; Helmholtz hat zur Vokalanalyse acht Stimmgabeln, welche dem Tone *b* und den sieben ersten harmonischen Obertönen desselben entsprachen, zwischen die Schenkel kleiner Elektromagnete gestellt, welche letztere in genau bestimmter Periodicität durch eine grosse *B*-Gabel in Thätigkeit gehalten wurden. Die *B*-Gabel war durch Vermittelung von Quecksilberkontakten in den Strom des sie in Schwingungen versetzenden Hufeisen-Elektromagneten eingeschaltet; Bernstein liess in seinem akustischen Stromunterbrecher Stahlfedern verschiedener Dicke und veränderlicher Länge mittels Quecksilberkontaktes elektromagnetisch bewegen; Roth und Kraft haben das durch Pfeifen in Schwingungen versetzte Mikrophon als Stromunterbrecher physiologisch verwerthet. Doch erlauben die losen, trocknen Kontakte nicht, die Intensitäten messbar abzustufen.

Der nachstehend beschriebene Unterbrechungsapparat dient, in genau abstufbarer, regelmässiger Zeitfolge Induktionsströme, oder galvanische Stromstösse zu erzeugen.

Er besteht aus transversal schwingenden Stäben oder Stimmgabeln, welche durch Spülkontakte mit Elektromagneten in Verbindung gebracht sind. Sie unterscheiden sich im wesentlichen dadurch von den früher üblichen Unterbrechungsapparaten, dass die Polenden des Hufeisen-Elektromagnetes normal gegen die Schwingungsebene der Stäbe gestellt sind, so dass die Schwingungen niemals durch Anschlagen gestört werden können, ferner dadurch, dass die Stäbe ausser dem Magnetstromkreis einen zweiten davon isolirten gleichzeitig mit jenem zu unterbrechen vermögen.

Die speciellere Einrichtung ist aus beifolgender Figur 3 ersichtlich. In derselben stellt *s* einen der zwei zu jedem Apparat gehörenden Stäbe dar. Dieselben

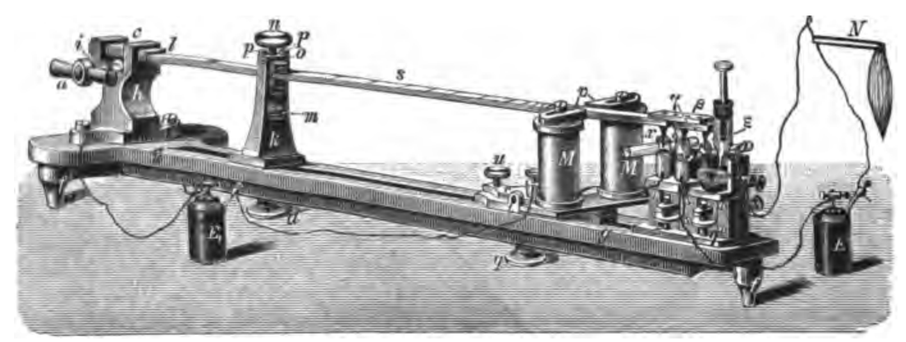


Fig. 3.

sind aus Gussstahl geschmiedet, bandfederartig gestaltet, von ebenen Flächen begrenzt 2 *cm* breit, 50 *cm* lang und in ihrer Höhe gegen das schwingende Ende zu keilförmig verjüngt. Der dickere Stab ist am Befestigungspunkt 2,8 *mm*, am schwingenden Ende 2,1 *mm* hoch, der dünnere Stab beziehungsweise 1,3 und 0,8 *mm*.

Ein gusseisernes, vernickeltes, durch Längsrippen vor Verbiegungen geschütztes Grundbrett *g* von Tförmiger Flächenform, auf drei Füssen *f* stehend, ist in der Axe seines langen Schenkels von einem 12 *mm* breiten Schlitz durchbrochen. Am Kreuztheil des Grundbrettes ist ein fester Messingblock *h* aufgeschraubt, welcher oben in einen starken rechtwinkligen Doppelbügel *c* mit parallelepipedischen Oeffnungen endigt. In diesen Bügel passt das Endstück jeder der zugehörigen Stäbe. In halbcylinderförmiger Rinne zwischen den Bügeln ist ein cylindrischer Zapfen *i* gelagert, welcher an dem starken Handgriff *a* kräftig gedreht werden kann. Das Mittelstück dieses Zapfens ist mit einem Excenter versehen, zu dessen Aufnahme der Mitteltheil der Rinne vertieft ist. Derart kann das in die Bügel geschobene Ende des Schwingstabes durch Drehung des Zapfens von unten her unverrückbar gegen die obern Bügelwandungen gepresst werden. Um die Länge des schwingenden Stabes verkürzen zu können, ist ein starker Klemmständer *k* auf dem Längsschlitze des Grundbrettes verschiebbar und an jeder Stelle durch die Schraube *d* feststellbar. Die obere Decke *o* des Ständers kann man nach Lösung ihrer Haltschrauben *pp* abnehmen, bezw. zur Seite drehen, hierauf die zwei Kloben, denen die Seitenwandungen des Ständers als Führung dienen, herausheben; der dritte Kloben, dem der Schwingstab aufliegt, ist ebenfalls herausnehmbar und ruht auf dem Ende der unteren Klemmschraube *m*, welche durch ein Querstück des Ständers geführt ist. In den geöffneten, mit dem dritten Kloben versehenen Ständer kann man nun von oben den Schwingstab hineinlegen, bevor man ihn in seinen Befestigungsbügel *c* bis zur Ansatzleiste *l* einschiebt. Hierauf bringt man die zwei Deckkloben über den

Stab in den Ständer, schliesst darüber das Dach mittels der Schrauben *pp* und kann nun vermöge der grossen Kopfschrauben *m* und *n* den Schwingstab in beliebiger Höhe festklemmen. Im gleichen Schlitze, wie dieser Klemmständer ist der Hufeisenelektromagnet *M* mittels seines Grundbrettes verschiebbar und vermöge der grossen Schraube *q* an jedem Orte der Bahn festklemmbar. Das untere Verbindungseisen der zwei Magnetkerne ist senkrecht gegen die Längsaxe des Grundbrettes horizontal auf dem Ende eines starken messingenen Doppelhebels *r* befestigt, dessen Drehpunkt über der Mitte der Grundplatte von der in Zapfen auslaufenden Axe *t* gehalten ist. Mit Hilfe der Stellschraube *u* kann der Elektromagnet gehoben oder gesenkt werden. Die beiden Pole sind mit eisernen Schuhplatten armirt, welche bis zur Schwingungsbahn des Stabes vorgeschoben werden können. Je mehr die Polschuhe dem schwingenden Stabe genähert sind und je dichter die seitlichen Pole über der Ebene des ruhenden Stabes stehen, desto intensiver wird dieser im magnetischen Felde nach oben gezogen.

Wenn der Stab zu stark schwingt, so hebt man mittels der Stellschraube *u* die Magnetpole; genügt dies nicht, so schiebt man den gesammten Magneten gegen das feste Ende des schwingenden Stabes zu. Den Schluss des elektromagnetischen Stromkreises *v* vermittelt der Platinstift *x*, der durch das freie Ende des Schwingstabes genietet ist. Bei horizontaler Ruhestellung des Schwingstabes berührt die Platinstiftspitze gerade eine Quecksilberkuppe, welche aus einem Eisennäpfchen mit unterer Verschraubung in den unpaaren Schenkel eines gläsernen T-Rohres heraufragt. Am Kreuzungspunkt des T-Rohres ist die obere Wand des horizontalen Rohrstückes durchlocht; auf diese Weise ist ein Spülkontakt hergestellt, wie er bei Beschreibung der zweiten Strombahn dieses Unterbrechers sogleich erklärt werden wird. Zur genauen Einstellung der Quecksilberkuppe auf die Spitze des Platinkontaktes dient eine Schlittenbahn, in welcher die Schraube *z* eine Ebonitplatte auf- und niederführt. Die Platte trägt den Spülkontakt.

Der elektromagnetische Stromkreis, vom Element E_1 ausgehend, tritt in den Halter *h*, von diesem durch den Schwingstab und dessen Platinstift *x* in das Quecksibernäpfchen des Spülkontaktes, von hier in das eine Spulende des Elektromagneten und ist durch ein zum Element zurückleitendes Drahtstück geschlossen.

Der bisher beschriebene Theil des Apparates dient dazu, den Stab in gleichmässigen pendelartigen Schwingungen zu erhalten. Er ist gewissermaassen der Motor, welcher regelmässige Unterbrechungen galvanischer Ströme besorgen soll. Zu diesem Zweck ist an das freie Ende der schwingenden Stäbe eine Ebonitplatte β geschraubt, welche die durch ein Messingplättchen γ verbundenen Platinstifte δ und ε trägt. Der eine, lange Platinstift δ ragt tief in ein eisernes Quecksilbernäpfchen, welches er bei den gebräuchlichen Schwingungen des Stabes nicht verlässt. Der kurze, am Ende befindliche Platinstift ε ragt in einen Spülkontakt, welcher, wie der oben erwähnte durch eine Schlittenführung mittels der Schraube η in vertikaler Richtung genau einstellbar ist. Bei der Ruhestellung des Stabes muss der Quecksilbermeniskus gerade die Spitze des Platinstiftes berühren.

Die speciellere Einrichtung eines (für den Zungenpfeifenunterbrecher konstruirten) Spülkontaktes ist durch Fig. 4 dargestellt.

Um die Quecksilberoberfläche immer frei von Verunreinigungen durch die Verbrennungsprodukte zu erhalten [1]), wird über dieselbe ein gleichmässiger Strom

[1]) Auch bei beständiger Nebenschliessung grossen Widerstandes wird der Funke bei der Trennung des Platinstiftes vom Quecksilber nicht vermieden, wenn sich eine inducirende Spirale in der Leitung befindet.

von verdünntem Alkohol oder auch reinem Wasser geleitet[1]). Damit die Spülflüssigkeit nicht durch die für den Kontaktstift geblasene Oeffnung *a* empordringe, ist der Behälter in Form einer Mariotte'schen Flasche *b* gebracht, deren Luftrohr *c* in gleiche Höhe mit dem Spülkontakt eingestellt ist. Das Wasser fliesst ab durch ein zu kapillarer Spitze ausgezogenes Glasrohr *d*, das mit dem T-Rohr *e* durch einen Gummischlauch *f* verbunden ist. Um den Zu- und Abfluss zu regeln,

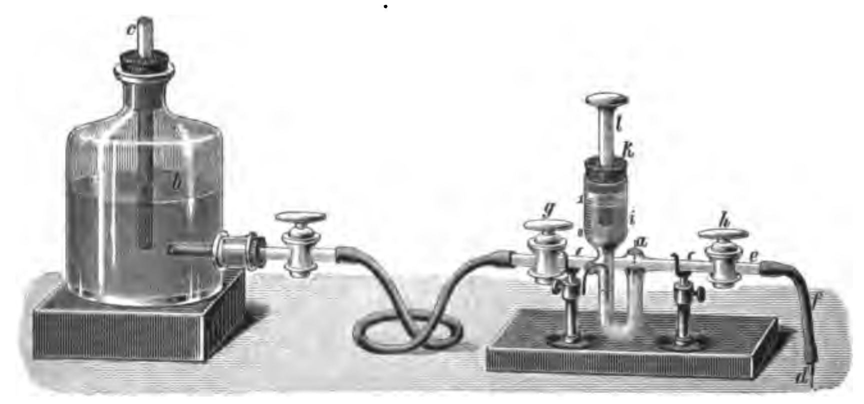


Fig. 4.

dienen die Hähne *g* und *h*. Wenn mehr ab- als zufliesst, so wird durch das Kontaktloch Luft nachgesaugt und hierdurch das Niveau des Quecksilbermeniskus geändert. Wenn mehr zu- als abfliesst, so läuft das Wasser durch das Kontaktloch über, oder wird, wenn dies durch die Stellung des Mariotte'schen Regulirrohres verhindert ist, gestaut und verunreinigt. Der gleichmässige Spülstrom darf auch nicht zu schnell sein, sonst erzeugt er Wirbel am Kontaktloch und hierdurch Erschütterungen des Meniskus, oder er reisst auch wohl gar Quecksilbertröpfchen mit fort. Wenn aus der kapillaren Abflussröhre jede Sekunde ein Tropfen fällt, so ist dies hinreichend, um bei den gebräuchlichen elektrischen Strömen die Quecksilberoberfläche blank zu erhalten.

Da nun aber durch die Verbrennung stets kleine Verluste an Quecksilber entstehen, so habe ich den unpaaren Schenkel des gläsernen T Rohres, der das Quecksilber enthält, *U* förmig aufbiegen und in ein cylindrisches Gefäss *i* erweitern lassen. Dieser weitere Ansatz wird mit Wasser gefüllt, dessen Spiegel sich senkt, wenn die Quecksilbersäule durch Brandverluste verkürzt wird. Da das Quecksilber mehr als 13 mal schwerer ist als Wasser, so werden kleine Aenderungen im Quecksilberdruck durch 13 mal grössere im Wasserschenkel regulirt. Dies Verhältniss giebt auch die Möglichkeit, durch Aenderung des Wasserniveaus den Quecksilberspiegel sehr genau einzustellen. Zu diesem Behufe besitzt das weite Ansatzrohr eine Millimetertheilung und einen durch einen Korkstöpsel *k* geführten Glasstab *l*. Der Kork ist ausserdem durchlöchert, um barometrische und thermometrische Schwankungen auszuschliessen. Durch feuchte Schwämmchen kann man erforderlichen Falles auch die Verdunstung verhüten. Indem man das Glasstäbchen in das Wasser senkt, kann man leicht auf einen

[1]) Diese Spülung ist von der Subkommission für Elektrophysiologie beim internationalen Kongress der Elektriker zu Paris (1881) durch den Referenten Herrn E. du Bois-Reymond in nachfolgendem Satze der *conclusions* empfohlen worden. *„Le trembleur de l'appareil à traîneau dans sa forme primitive est loin d'offrir les garanties nécessaires d'uniformité d'action. Il faudra le remplacer par un diapason vibrant, muni d'un style en platine, plongeant dans du mercure au dessous d'une couche d'alcool sans cesse renouvelée par le tube laveur de M. Kronecker."* (*du Bois-Reymond's Archiv 1884. S. 66.*)

Millimeter genau den Wasserspiegel heben. Hierdurch wird der Quecksilber-Meniskus um weniger als $^1/_{13}$ *mm* gehoben; desshalb habe ich diese Vorrichtung Hydromikrometer genannt. (*du Bois-Reymond's Archiv 1877. S. 571.*) Als bestes physiologisches Prüfungsmittel des Kapillarkontaktes dient der „minimale Tetanus“. Man führe einem motorischen Nerven durch Vermittlung des Spülkontaktes elektrische Reize in der Frequenz von 15 bis 20 pro Sekunde und von solcher Intensität zu, dass ein Reiz eine minimale Zuckung erzeugt. Wenn dann ein stetiger schwacher Tetanus im zugehörigen Muskel entsteht, der freilich durch Ermüdung nach kurzer Zeit unmerklich wird, so fungirt der Spülkontakt gut. Andernfalls erhält man unterbrochene Krämpfe oder nur einzelne Zuckungen.

Zwischen das Quecksilbernäpfchen bei δ (Fig. 3.) und den Kapillarkontakt bei ε kann man einen beliebigen Stromkreis schliessen, wie z. B. den in der Figur durch *N* angedeuteten, welcher ein Element *E* und einen Nerven *N* einschliesst, oder einen Induktionsapparat, oder auch nach Hermann's Vorschlag (*Handbuch der Physiol. I. S. 183*) ein Telephon mit Muskel oder Nerv als Stromquelle.

Der elektrische Unterbrecher in der gegenwärtigen Einrichtung erlaubt, 3 bis 60 mal in der Sekunde den Strom mittels der zwei beschriebenen Schwingstäbe zu öffnen und zu schliessen. Der dünnere Stab macht, wenn er in seiner ganzen Länge pendelt, drei ganze Schwingungen in der Sekunde, während deren er sechs mal die Gleichgewichtslage passirt und demgemäss bei genau regulirter Ruhestellung nach je $^1/_6$ Sek. den Strom ändert. Richtet man es so ein, dass die Schliessungen unwirksam sind, was bei Anwendung von Induktionsschlägen leicht zu erreichen ist, während die Oeffnungsinduktionsströme unter maximal erregen, so ist die Reizfrequenz gleich der Schwingungszahl. Bei Reizungen mit Wechselströmen darf man niemals ausser Acht lassen, dass die Muskeln oder Nerven gegen verschiedene Stromesrichtungen verschieden erregbar sind oder werden können, man daher aus der Reizfrequenz nicht ohne weiteres auf die Erregungszahl schliessen darf. — Den erregenden Stromkreis kann man gleich so einrichten, dass mittels Rheochord passend abgestufte Nebenschliessungen ein- und ausgeschaltet werden. Hierdurch kann man bei Anwendung von inducirten Strömen die Helmholtz'sche Vorrichtung ersetzen, ohne dass man am elektromagnetischen Motor etwas zu ändern braucht.

Der dickere Stab macht unverkürzt etwa acht ganze Schwingungen in der Sekunde. Auf der oberen Fläche beider Stäbe sind Linien eingeritzt, welche die Einstellung des Klemmständers *k* markiren, während die daneben eingravirten Zahlen die Schwingungsfrequenz anzeigen, für den Fall dass der betreffende Stab von der zugehörigen Marke aus frei schwingt. Die Graduirung lässt die Schwingungsfrequenzen:

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (dünner Stab)

10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 (dicker Stab)

ohne weiteres einstellen.

Ausserdem ist die Einrichtung getroffen, dass der Griff einer Stimmgabel von 100 Schwingungen und einer anderen von 150 Schwingungen in den Klemmständer *k* festgeschraubt werden kann. Auch diese Stimmgabeln tragen, ganz wie die Schwingstäbe, je drei Platin Kontaktspitzen, deren eine mit der oberen Zinke durch einen Messingansatz verbunden ist, während die anderen beiden Kontakte durch die Enden eines Platindrahtbügels gebildet sind, welcher durch ein Ebonitplättchen gesteckt ist, das am Messingfortsatz befestigt ist. Auch Stimmgabeln von 200 und 250 Schwingungen lassen sich bei günstig gestellten Elektromagneten mit diesem Unterbrechungsapparate verwenden.

3. Reizungsmetronom.

Nachdem schon seit längerer Zeit die pendelnde Stange gewöhnlicher Metronome mit Metallbügel versehen worden war, um bei jedem Hin- und Hergehen den elektrischen Stromkreis zu unterbrechen, habe ich für eine Untersuchung über die Muskelermüdung (Arbeiten aus Ludwigs physiolog. Anstalt zu Leipzig, 1871) einen Mälzel'schen Metronom mit Räderwerk zur Markirung des guten Takttheils derart einrichten lassen, dass jeder 2., 3., 4., 6., oder 12. Pendelschlag durch Vermittelung des Glockenklöppels einen elektrischen Kontakt löste und schloss. Diese Einrichtung hat der Mechanikus Pfeil in Berlin einfach und dauerhaft folgendermaassen konstruirt: Der Glockenklöppel *a* des in der Figur 5 angedeuteten Metronoms endigt in eine Gabel, welche über den Querstift *b* eines Drahtschiebers *cc* greift. Der Schieber ist durch eine dünne Messingstange *d* mittels Charniergelenks mit dem vertikalen Doppelhebel *e* verbunden, dessen horizontales Ende *f* eine Drahtklemme trägt, durch welche der Griff eines Platindrahtbügels vertikal verstellbar ist. Dieser Bügel taucht einerseits in ein Quecksilbernäpfchen *g*, andrerseits in einen Spülkontakt *h*, dessen Quecksilber-Meniskus so tiefgehalten wird, dass der Bügel stets früher aus ihm, als aus dem gegenüberstehenden Quecksilbernäpfchen gehoben wird. So ist bei guter Spülung immer gleicher Kontakt gesichert.

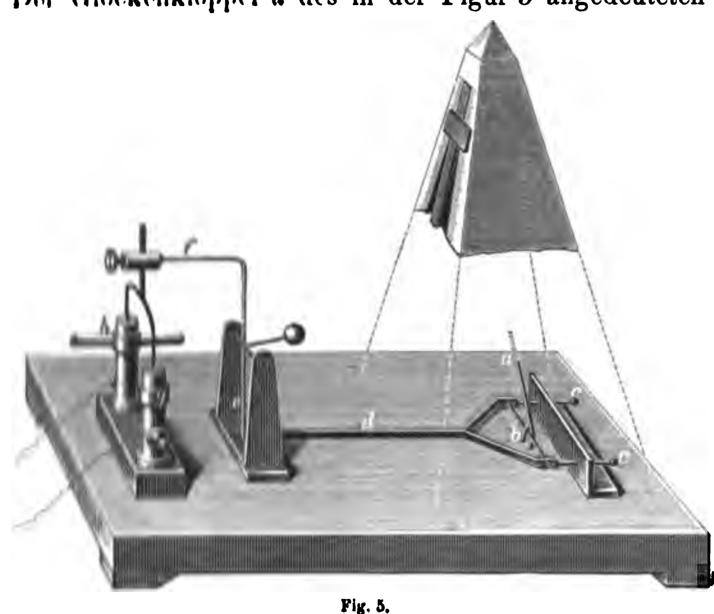


Fig. 5.

4. Kapillare Reizungsröhrchen.

Herr Gotch hat bei seinen Untersuchungen über die Ermüdung tetanisirter Muskeln in meiner Abtheilung des physiologischen Institutes in Berlin (*du Bois-Reymond's Archiv 1880. S. 438*) die kapillaren Reizungsröhrchen zuerst angewendet. Wie Ludwig's Vagusreizröhre (*Zeitschr. f. rat. Med. 1849*) und du Bois-Reymond's „feuchte Reizungsröhre“ (*1861, gesammelte Abhandl. I, S. 211*) sollen dieselben den Nerven feucht halten, während sie den Muskel für experimentelle Manipulationen zugänglich lassen. Die Röhrchen bestehen, wie die Figur 6 zeigt, aus einem Doppel-⊥röhrchen von 1 bis 1,5 *mm* Lumen, durch dessen Seitenschenkel *aa* die zuführenden Elektroden bis an das Hauptröhrchen *bc* vorgeschoben sind. Die Elektrodendrähte, durch Gummirohrstöpselchen oder Kitt in den Seitenröhrchen festgehalten, sind mit Drahtpolklemmen *dd* zur Zu- und Ableitung des elektrischen Stromes armirt. Anstatt der Platindrähte kann man auch unpolarisirbare Kombinationen, entweder in der Form der Thonschichtungen nach du Bois-Rey-

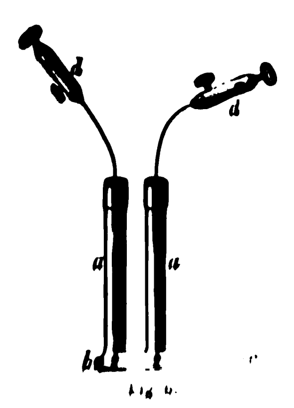


Fig. 6.

mond, oder der v. Fleischl'schen Pinselelektroden in die Seitenröhrchen einführen. Das Hauptröhrchen *bc* ist am einen Ende *c* mit einem Stückchen Kautschukschlauch versehen, welches durch ein Glasstöpselchen verschlossen werden kann. Durch die Röhrenöffnung *b* wird der zu reizende Nerv mittels eines um sein freies Ende geschlungenen gewachsten Fadens oder bequemer eines dünnen Drahtes gezogen, soweit, bis die Mündung *c* durch den Muskel geschlossen wird. Hierauf füllt man das Röhrchen mittels einer Pipette oder eines Haarpinsels mit physiologischer Kochsalzlösung (0,6%) und schliesst das Gummiröhrchen durch den Glasstöpsel. In dieser Weise ist nicht nur der Nerv feuchtgehalten, sondern auch die Stromzuführung von den Elektroden durch die Kochsalzlösung gesichert, ohne dass man den Nerv sorgfältig zu lagern braucht.

5. Apparat zur mechanischen Nervenreizung.

Um einem Nerven in regelmässigen Intervallen aufeinanderfolgende mechanische Reizungen zu geben, habe ich den von Trouvé in Paris konstruirten Unterbrechungsapparat für galvanische Ströme in einer Weise modificirt, die der in Fig. 7 dargestellte Vertikalschnitt durch den Haupttheil des Apparates verdeutlicht.

Der Apparat ist nach Analogie einer Spieldose gebaut und besteht demnach aus einem durch ein Uhrwerk in gleichmässige Rotation versetzten mit Stiften versehenen Cylinder *C*. Die Stifte sind in den Cylindermantel so eingelassen, dass auf einem Kreise 1 Stift, auf einem um etwa 5 *mm* entfernten Kreise 2 Stifte, auf den fernern gleich weit abstehenden Kreisen 3, 4, 5 ... 20 Stifte auf jedem Kreise gleichmässig vertheilt stehen, wie der hier abgebildete Querdurchschnittkreis *C* mit seinen 4 Stiften *ssss* deutlich macht. Den Cylinder umgiebt ein Messingrahmen *KKK*, welcher mittels zweier sattelförmig gewölbter Rollen *rr* auf den Rundstäben *dd* gleitend in der Axenrichtung des Cylinders verschiebbar ist. Die Decke des Rahmens bildet ein Hebel *a* aus Aluminiumblech, welcher durch die Spiralfeder *f*, die vermittels der Schraubenmutter *m* spannbar ist, bis gegen den Anschlagstift *h* herabgezogen wird. In dieser Stellung drückt ein Ebonitklötzchen *k*, welches das freie Ende des Hebels deckt, den in einer Ebonitrinne gelagerten Nerven *n* um etwa ⅓ seiner Dicke zusammen. Jedesmal wenn nun ein Stift auf der rotirenden Walze am schrägen Zahn *Z* des Hebels *a* vorbeigleitet, so wird dieser letztere geboben, um bald darauf wieder freigelassen zu werden. Kraft der Feder wird dann durch das hammerartig wirkende Ebonitklötzchen ein Schlag auf den Nerven geführt, ganz analog wie bei dem Heidenhain'schen Tetanomotor. Wenn 15 bis 20 gleichmässige Schläge pro Sekunde den Nerven treffen, so gerathen die zugehörigen Muskeln in vollkommenen Tetanus. Lässt man die Schläge seltener folgen, so sieht man einen unvollkommenen Tetanus, bezw. einzelne Zuckungen des Froschschenkels. Um die Frequenz der Hammer-

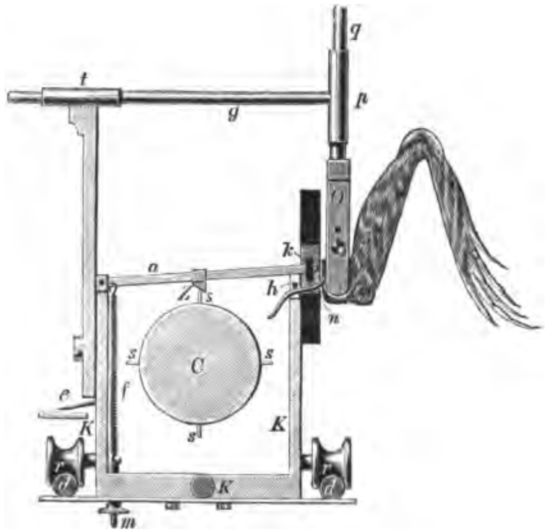


Fig. 7.

schläge leicht zu erkennen, ist an den Rahmen ein Zeiger *e* befestigt, welcher beim Verschieben des Rahmens auf seiner Bahn über einer elfenbeinernen Skale gleitet, auf der an den entsprechenden Stellen die Anzahl der Stifte auf dem zugehörigen Kreisumfange angegeben ist. Die Reizerfolge lassen sich bequem demonstriren, wenn man, wie es die Figur illustrirt, einen stromprüfenden Froschschenkel mit freipräparirtem Hüftnerven durch eine den Oberschenkelknochen fassende Klemme *O* halten lässt. Die Klemme ist vertikal einstellbar durch das in der Messinghülse *p* verschiebbare starke Messingdrahtstück *q* und horizontal zu reguliren durch Verschiebung des Drahtes *g* in der Hülse *t*. —

6. Nervenkompressor.

Zur Prüfung des Verhaltens von Nerven gegen Druck dient folgende Vorrichtung, die zuerst von Dr. Zederbaum auf meinen Rath angewendet und in *du Bois-Reymonds Archiv 1883 S. 172* beschrieben worden ist. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einer runden Messingstange *a* (Fig. 8), mit deren unterem Ende durch ein Kugelgelenk eine quadratische Hartgummipelotte *b* verbunden ist, während das obere Ende eine Messingplatte *f* zur Aufnahme der Gewichte trägt. Die Stange wird durch eine Hülse *g* geführt, die mittels eines gewöhnlichen Stativs gehalten wird. So kann der auf eine geschliffene Glasplatte *cc* gelegte Nerv in genau bekannter Länge mit abstufbarer Belastung gedrückt werden. Um den Nerven vor dem Vertrocknen zu bewahren, ist er unter die offene Rinne *d* eines gläsernen ⊥-Rohres gelegt, dessen paariger Theil zur Hälfte abgesprengt ist. Die Wandungen dieser Glasrinne sind auf die oben genannte Glasplatte aufgekittet. Das unpaare ⊥-Rohrstück *e* umgiebt den Druckstab. Wenn man das ⊥-Rohr mit wassergetränktem Filtrirpapier austapeziert und die Oeffnungen mit feuchten Schwammstücken schliesst, so ist der Nerv vor dem Vertrocknen geschützt. Das ausserhalb dieser feuchten Glaskammer befindliche Nervenende ist zur elektrischen Reizung durch die obenbeschriebenen Gotch'schen Elektroden *h* (kapillare Reizungsröhrchen) gezogen.

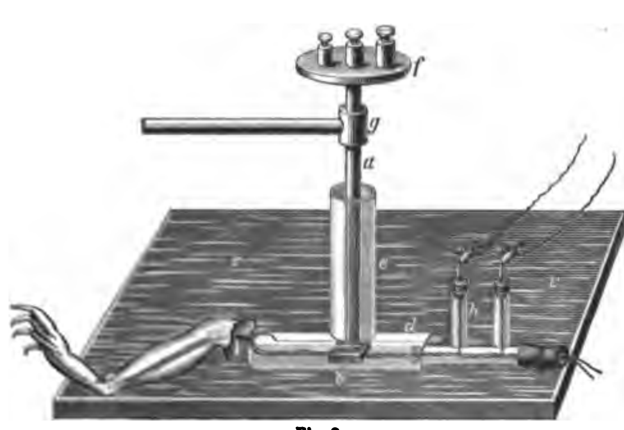


Fig. 8.

7. Graduirtes Schlitteninduktorium.

Die Schlitteninduktionsapparate von du Bois-Reymond haben meistens eine in Millimeter getheilte Schlittenbahn. Da aber gleicher Verschiebung der sekundären Rolle an verschiedenen Stellen der Bahn sehr ungleiche Aenderung der Induktionsstromstärke entspricht, so hatte zuerst Fick (1869) das Verhältniss zwischen Rollenabständen und Stromstärken in seinem Apparate bestimmt. Ich habe dann im Jahre 1870 gezeigt, wie man unter Anwendung zweier Schlitteninduktorien mit gegeneinander geschalteten primären Rollen und ebenso mit gegeneinander auf ein Galvanometer wirkenden sekundären Spiralen beide Apparate gleichzeitig leicht und schnell graduiren kann, wenn man die einer Stromeinheit entsprechende Spiegel-

ablenkung (vergl. Christiani, *Poggendorf's Annalen. Ergänz.-Band. 8. 1877. S. 574*) als Maasseinheit für die Auswerthung der entsprechenden Verschiebungsgrössen der sekundären Spirale benutzt.

Wenn man aber schon ein graduirtes Induktorium besitzt, so kann man mit diesem kompensatorisch verbunden ein anderes schnell abmessen. In Ermangelung einer Bussole kann man sich hierzu eines Telephons bedienen, welches durch das Spiel des Wagner'schen Hammers zum Tönen gebracht ist. Das Telephon hört auf zu tönen, wenn die gegeneinander gerichteten Induktionsströme ganz genau gleich sind. Freilich erreicht man bei diesem überempfindlichen Mittel vollkommene Ruhe zwischen zwei Induktorien fast niemals, wenn dieselben nicht völlig gleichartig gebaut sind. Es rührt dies wohl von dem zeitlich verschiedenen Verlauf in den ungleichen oder ungleich armirten Spiralen her.

Nach v. Fleischl's Vorschlag (*Wiener Akadem.-Berichte. 1875*) kann man auch einen stromprüfenden Froschschenkel als Differenzenzeiger benutzen. Induktorien mittlerer Dimension lieferte Herr Mechaniker Krüger in Berlin nach folgenden von Christiani in der oben citirten Arbeit mitgetheilten Maassen:

Länge der primären Rolle	85 *mm*
Aeusserer Umfang der primären Rolle .	120 *mm*
Widerstand „ „ „ .	0,755 *Ohm*
Drahtdicke „ „ „ .	1 *mm*
Länge der sekundären Rolle	70 *mm*
Aeusserer Umfang der sekundären Rolle .	200 *mm*
Widerstand „ „ „ .	264 bis 283 *Ohm*
Windungszahl „ „ „ .	etwa 5000
Drahtdicke „ „ „ .	0,07 bis 0,1 *mm*.

Die sekundären Rollen der grossen Induktorien haben 10 bis 11,000 Windungen. Ein solches Induktorium habe ich im Leipziger physiologischen Institut in 10,000 Einheiten getheilt und dieses als Eichmaass für die in Berlin und Bern graduirten genommen. Die aus der Telegraphenwerkstatt von Dr. Hasler hier gelieferten grossen Induktorien haben etwa 13,000 Einheiten. Die eine Seite der Schlittenbahn besitzt eine Millimetertheilung, die andere Seite eine Theilung nach Stromeinheiten. Da bei grossem Abstande der sekundären Rolle von der primären die Stromstärken durch Verschiebung nur asymptotisch abnehmen, so ist die von Bowditch angegebene Drehvorrichtung (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, 1875, 12 Oct.*) einer langen Schlittenbahn bei weitem vorzuziehen.

Bowditch's Drehvorrichtung der sekundären Spirale an dem Endstück der Schlittenbahn ist durch die Figur 9 (a. f. S.) verdeutlicht. Wenn die sekundäre Spirale konaxial mit der primären so weit zurückgeschoben ist, dass ihr am Schlitten fester Zeiger auf 30 der Einheitenskale steht, und man nun die Stromintensität auf 20 Einheiten erniedrigen will, so dreht man die Rolle auf ihrer Unterlage, bis der mit der Mitte der Längskante des Rollenbrettes befestigte Zeiger auf dem Strich 20 der untergelegten Kreistheilung steht. Wenn die sekundäre Rolle senkrecht gegen die Schlittenbahn gerichtet ist, so ist die Induktion der primären Rolle auf die sekundäre Null. Die empirische Graduirung der Kreistheilung nach zehnfachen Stromeinheiten ergab, dass die von den Theilstrichen begrenzten Bogenstücke von 0° zu 90° derart abnahmen, dass die zugehörigen Kosinus gleich blieben, d. h. dass bei der Drehung zur Querstellung die Stromstärken wie die Kosinus der Drehungswinkel abnehmen.

Die sekundäre Spirale kann in der Anfangsstellung (parallel der Schlittenbahn) durch die Schraube *a* mittels der durchbohrten Nase *b* festgehalten werden. Der Vorreiberschlüssel *c* dient, wie seit du Bois-Reymond üblich, zur Nebenschliessung, welche die Pole der sekundären Spirale kurz verbindet, um die Induktionsströme (auch unipolare Wirkungen) vom Präparat abzuhalten. Es ist nützlich, die sekundäre Rolle auch vor der Einschaltung der zu reizenden Theile geschlossen zu halten, damit, wenn das Induktorium etwa in Bewegung gesetzt wird, während die sekundäre Rolle über die primäre geschoben ist, erstere vor den verderblichen Wirkungen überspringender Funken bewahrt bleibe.



Fig. 9.

8. Elektromyographion.

Der Cylinder *C* (Fig. 10) von 20 *cm* Höhe und 50 *cm* Umfang, mit berusstem Glanzpapier umspannt, dessen Axe *AA* in Spitzen ausläuft, ist, in konischen Axenlagern drehbar, fest verbunden mit der Axe des Zahnrades *R*. Dieses Rad ist von weichem Eisen und trägt an seiner Peripherie 50 platte Zähne. Jeder Zahn passirt bei der Rotation des Rades mit seiner Endfläche ganz dicht vor dem Polende eines Elektromagneten *M* vorüber. Dieser Elektromagnet bildet die primäre Spirale eines Du Bois-Reymond'schen Schlitteninduktorium, dessen sekundäre Spirale am Ende der kurzen Schlittenbahn die Bowditch'sche Drehvorrichtung trägt.

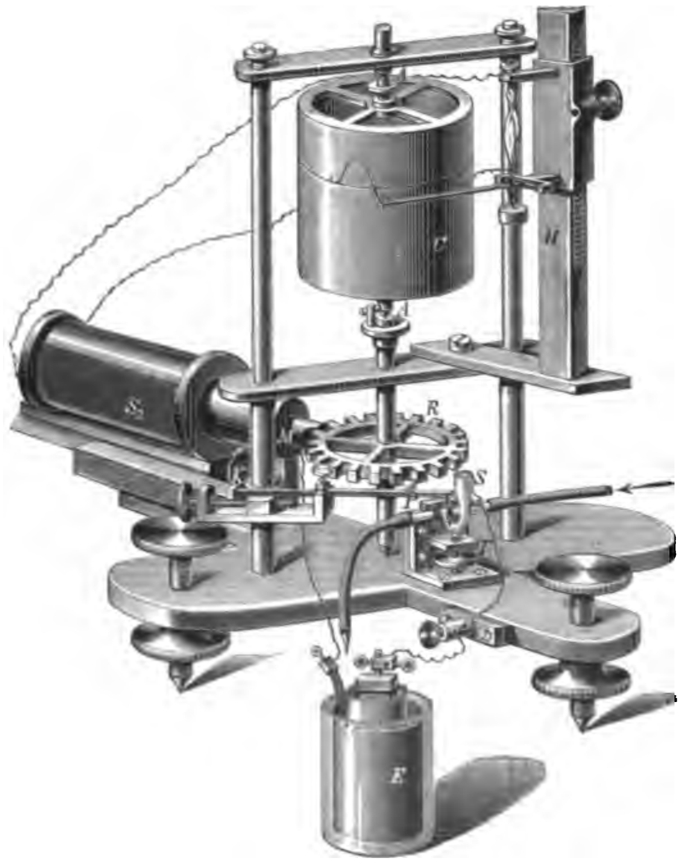


Fig. 10.

Auf dem vorderen Kreuzende der Grundplatte des ganzen Apparates hält der auf- und abwärts verstellbare Träger *T* den gläsernen Spülkontakt *S*, durch dessen aufgeblasene Oeffnung bei *F* in die Quecksilberkuppe die Platinspitze einer schwingenden flachen Stahlfeder taucht. Auf dreikantig prismatischer Stange *H* ist ein Muskelhalter nebst Schreibhebel durch einen Schraubentrieb verstellbar.

Eine kräftige galvanische Batterie E sendet einen Strom um den Elektromagnet M. Dieser Strom ist in die Quecksilbersäule des Spülkontaktes S geleitet, kann von da, wenn die Feder bei F eingetaucht ist, zu deren fester Klemme K gelangen, welche in konstanter Verbindung mit dem Elektromagneten M, d. h. der primären Spirale des Schlittenapparates steht. Ein kleines Elfenbeinprisma P, welches auf der schwingenden Feder sitzt, ist zunächst unter den Zähnen des Rades derart angebracht, dass, wenn das Rad gedreht wird, jeder Zahn die Feder in das Quecksilber des Kontaktes drückt, jede Zahnlücke sie aus dem Quecksilber federn lässt. So wird also der magnetisirende Strom beim Ueberstreifen eines Zahnes einmal geschlossen und einmal geöffnet; gleich oft wird auch der dem Magnetpole nächste Zahn von diesem angezogen und dann wieder losgelassen, während der folgende die Magnetnähe erreicht. Auf diese Weise rotirt das Rad und ebenso der Myographioncylinder mit einer Geschwindigkeit, welche der Vibrationsfrequenz der Feder entspricht. So haben wir eine einfachste elektromagnetische Maschine mit vibrirendem Regulator. Wenn wir die Schwingungszahl des Unterbrechers ändern, durch Einsetzen stärkerer oder schwächerer, kürzerer oder längerer Federn, so können wir die Rotationsgeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen beliebig variiren.

Da jedem der 50 Zähne $^1/_{50}$ der Peripherie entspricht, so läuft ein Centimeter des Cylindermantels in der Zeit einer Stromunterbrechung am Zeichenstift des Muskelhebels vorüber. Ein Zeitschreiber, welcher $^1/_{100}$ Sekunde notirt, kann die Geschwindigkeit kontroliren. Die Regelung geschieht hier schneller als durch irgend einen mechanischen Regulator.

Wenn man die durch den Elektromagneten inducirten Ströme von der sekundären Spirale S_2 dem Muskel zuleitet, so kann man durch die Induktionswechselströme den Muskel erregen; man erhält je nach der Geschwindigkeit der Reizfolge entweder eine Reihe von Einzelzuckungen oder einen Tetanus auf den Cylindermantel gezeichnet; aber immer entspricht $^1/_{50}$ des Umfanges des Cylinders, also 10 *mm*, einem Schliessungs- und einem Oeffnungsinduktionsschlag. Man kann auch leicht auf dem Zahnrade Nasen anbringen, welche eine Nebenschliessung zum sekundären Stromkreise öffnen und schliessen, und so kann man nur einen Induktionschlag oder jede gewünschte Anzahl während einer Cylinderdrehung dem Muskel zuführen, und genau bestimmen, welchem Orte des Cylindermantels das Reizmoment entspricht. Dies Myographion wird hierdurch besonders geeignet, die Entstehung des Tetanus zu studiren, wofür gute, schnell bewegliche Vorrichtungen bisher fehlten.

Die Art wie die Geschwindigkeit der Rotation regulirt wird, erinnert an das „phonische Rad", welches Herr Paul la Cour im Jahre 1875 der zu Petersburg abgehaltenen Telegraphenkonferenz demonstrirte, über dessen Konstruktion und Bedeutung er später in dänischer und französischer Sprache eine Monographie veröffentlichte. Dieses Büchlein ist von Kareis übersetzt 1880 zu Leipzig im Verlage von Quandt im Handel erschienen.

Die Grundidee dabei ist, dass eine selbstthätig schwingende elektromagnetische Stimmgabel einen anderen Elektromagneten rhythmisch magnetisirt und hierdurch ein vor dessen Pol aufgestelltes eisernes Zahnrad in Rotation versetzt. Nach dieser Idee vermochte ich aber mein Myographion nicht zu bewegen. Als jedoch Herr Dr. Hasler, Direktor der hiesigen Telegraphenwerkstätte, dessen ingeniöser Mitwirkung ich das Gelingen der Konstruktion verdanke, einen festen Kontakt an das Rad setzen liess, um nach Art gewöhnlicher elektromagnetischer

Maschinen die Rotation einzuleiten, bemerkte ich, dass der Kontakt in regelmässige Schwingungen gerieth und sah, als ich die Schwingungszahl des Blechstreifens änderte, dass man hierduch die Rotation nach Belieben reguliren könne.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Ch. S. Hastings' „Allgemeine Methode zur Bestimmung des sekundären Spektrums von teleskopischen Doppelobjektiven".

Von

Dr. S. Czapski in Jena.

In einer kürzlich veröffentlichten Abhandlung[1]) entwickelt Herr Hastings, in Anlehnung an eine frühere Publikation ähnlichen Inhalts[2]), eine Formel für die Berechnung der sekundären chromatischen Abweichung eines Doppelobjektivs, gegen welche ich mir einige Einwendungen erlauben möchte.

1. Ich behaupte, dass die Ableitung dieses Ausdrucks an mehreren Stellen mathematisch falsch ist. Einerseits benutzt Hastings die Operationen des Differentiirens und Variirens ohne Weiteres da, wo es sich um endliche Differenzen der betrachteten Grössen handelt. Die so abgeleiteten Formeln sind aber auch nicht einmal angenähert richtig, weil der Verfasser an der einmal gewählten Bedeutung der betreffenden Zeichen nicht festhält und auf ihre relative Grösse keine Rücksicht nimmt. Ausserdem laufen ihm arge Versehen mit unter.

Um diese Behauptungen zu beweisen, müsste ich die Ableitung des Verfassers Schritt für Schritt verfolgen und hier wiedergeben, denn es ist kaum ein einziger Schluss, welchen er zieht, ganz korrekt. In einer Zuschrift an das Journal, in welchem der Originalartikel erschien, habe ich auf einige der groben Fehler hingewiesen, welche derselbe enthält. Als Beispiel will ich nur anführen, dass Hastings aus einer (nebenbei bemerkt an sich ganz unbrauchbaren) Formel:

$$n' = \alpha + \beta n + \gamma n^2 ,$$

welche die Brechungsexponenten der einen Linse als Funktion derer der anderen darstellen soll, im Speciellen folgert:

$$n'_F - n'_D = (n_F - n_D)\,\beta + (n_F - n_D)^2\,\gamma ,$$

statt

$$n'_F - n'_D = (n_F - n_D)\,\beta + (n^2_F - n^2_D)\,\gamma$$ u. dergl. mehr.

In einer Linse, in welcher die dem Index n_0 entsprechenden Strahlen, mit den $(n_0 + d\,n_0)$ entsprechenden zur Vereinigung gebracht sind, haben Strahlen vom Index $n_n = n_0 + \delta n$ eine abweichende Brennweite $\varphi_0 - \varphi_n = \delta\varphi$, deren Werth er mit einem ganz unverhältnissmässigen Aufwand mathematischer Hilfsmittel, aber wie oben bemerkt eben ganz falsch, bestimmt und später der Kürze wegen gleich $k\delta n^2$ setzt. Statt nun diesen Ausdruck direkt als Maass des sekundären Spektrums zu nehmen und zu berechnen, wirft er den, wie er selbst in seiner Begründung sagt, variabelen Faktor δn^2 ab und ersetzt ihn durch den, für alle zu berechnenden Kombinationen gleichen $(dn/dn_1)^2$ wo n_1 der Index eines dritten beliebig zu wählenden Glases ist. Dass der so gewonnene Ausdruck mit der Grösse des sekundären Spektrums nun

1) *Amer. Journ. of Science. III.* **37.** *S. 291.* — 2) A. a. O. *III.* **18.** *S. 429.*

vollständig unvergleichbar ist und daher bezüglich jener nichts mehr aussagt, scheint Herr Professor Hastings übersehen zu haben, u. s. w. u. s. w.

Alle von Hastings aus den so abgeleiteten Gleichungen berechneten Zahlen sind daher falsch und die aus ihnen gezogenen Schlüsse hinfällig, da sie auf falschen Prämissen beruhen.

2. Wenn nun auch die Grösse $\delta\varphi$ und ebenso die der Betrachtung später zu Grunde gelegte, dieser nicht proportionale, k', in der von Hastings aufgestellten Form gar keine reelle Bedeutung hat, so ist doch so viel gewiss, dass sie der Abweichung der Strahlen einer Farbe gegen die Brennweite zweier anderer, zur Vereinigung gebrachter, proportional sein soll. Durch eine geeignete Abänderung der von Hastings angewandten Beweisführung[1]), indem man dieser entsprechend für δn^2 setzt: $(n_F - n_D)(n_D - n_C)$, und von der mit $\delta\varphi$, wie gesagt nicht einmal proportionalen Grösse k' keinen Gebrauch macht, sondern sich direkt an den Ausdruck für $\delta\varphi$ hält, erhält man in diesem die Abweichung der reciproken Brennweite der D-Strahlen gegen die gemeinsame der C- und F-Strahlen.

Wie dem nun auch sein mag, so ist mein zweiter Einwand jedenfalls dieser, dass es durchaus ungenügend ist, um über die Grösse des sekundären Spektrums gegebener Glaspaare ein Urtheil zu gewinnen, nur die Abweichung einer Farbe gegen ein Paar andere zu betrachten. Ganz abgesehen davon, dass bei einer solchen Beschränkung leicht ein zufälliger kleiner Messungsfehler der betreffenden Partialdispersion eine wesentliche Fälschung des Rechnungsergebnisses und der aus diesem etwa zu ziehenden Schlüsse zur Folge haben kann, — welche durch Vergleichung mit benachbarten Abweichungsgrössen vermieden wird, — so ist es eben auch an und für sich ungenügend, nur die Abweichung dieser einen, willkürlich gewählten, Farbe von dem Fokus der anderen zu betrachten. Die anderen Farben können dann immer noch sehr verschiedenen Verlauf nehmen und sind für manche Anwendungsgebiete — ich erinnere nur an Spektralanalyse und Photographie — nicht weniger wichtig, als der eine, zufällig betrachtete.

Angesichts der verschiedenen modernen Anwendungsweisen des Teleskops (und selbst bei der gewöhnlichen Okularbeobachtung wegen des, für verschiedene Beobachter verschiedenen Grades der Augen-Chromasie) ist es auch nicht genügend, nur eine Art der Achromatisirung des Objektivs zu betrachten, wie die bei Vereinigung von C mit F statthabende, sondern man muss verschiedene solche Modifikationen ins Auge fassen und die ihnen entsprechenden Resultate vergleichen. Manche Kombinationen sind besonders günstig für Okularbeobachtung, andere für Photographie, andere wieder für die Kombination beider Gebrauchsarten oder für Beobachtungen im Ultraroth. Alles dies lässt Hastings völlig ausser Acht.

3. Ich kann nicht unterlassen, mein Befremden darüber auszusprechen, in welch' sonderbarer Art Herr Hastings Citirungen aus dem Katalog der Jenaer Glasschmelzerei vornimmt.

Er sagt a. a. O. S. 296, Zeile 22 v. u.: „*No. 1 and 22, which is one of the combinations recommended by the makers as yielding an objective of notably diminished secondary aberration.*“ Ich bitte Herrn Hastings, mir anzugeben, an welcher Stelle des Katalogs diese Kombination empfohlen ist! An derjenigen Stelle, an welcher allein solche Kombinationen namhaft gemacht sind, ist zu No. 1 die No. **21** gesellt. Ich würde

[1]) Ich darf wohl an die strenge und ganz elementare Ableitung erinnern, welche ich selbst vor drei Jahren an dieser Stelle (*1886. S. 337*) gegeben habe und die gestattet, das gesuchte Resultat aus den Angaben des Jenaer Katalogs ohne weiteres im Kopfe zu berechnen.

obiges für ein blosses Versehen oder einen Druckfehler gehalten haben, wenn nicht dasselbe sich mehrfach wiederholte. Zeile 8 v. u. derselben Seite sagt Hastings: „*Other combinations recommended for the end in view are 2 and 24, and 3 and 28.*“ Auch dies ist eine falsche Citirung des Katalogs; denn dort ist empfohlen No. 2 mit No. 21 und No. 3 mit No. 24 zu verbinden, welche Kombinationen viel günstiger sind als die von Hastings dem Katalog imputirten. Merkwürdiger Weise empfiehlt Hastings dann gerade die letztgenannte, im Katalog in Wahrheit aufgeführte Kombination auf Grund seiner eigenen Rechnung als besonders vortheilhaft! (?) Vielleicht ist Herr Hastings so freundlich, diese auffallenden Widersprüche aufzuklären.

4. Endlich muss ich bemerken, dass ein Probeobjektiv von $2^5/_8$ *Zoll*, wie es Hastings angewendet hat, bei weitem nicht genügend ist, um auf die Rechnungen eine strenge Probe zu machen und ein Urtheil über die Brauchbarkeit der fraglichen Gläser zu Teleskopobjektiven zu verschaffen. Hierzu bedarf es von vornherein grösserer Dimensionen, da erst bei solchen die Unterschiede markant werden.

Versuche dieser Art, bei welchen nicht bloss die Verminderung des sekundären Spektrums, sondern auch andere wesentliche Eigenschaften der Objektive Gegenstand der Untersuchung sind, werden seit mehr als vier Jahren auf Grund meiner Rechnungen durch Herrn Bamberg in Berlin ausgeführt. Wenn diese Arbeiten zu einem einigermaassen abschliessenden Resultat geführt haben, werde ich nicht unterlassen, über dieselben dem Fachpublikum Bericht zu erstatten.

Dass die betreffende Frage durch die vorliegende Arbeit von Hastings nicht gefördert ist, glaube ich in dem Obigen gezeigt zu haben; und ich habe diese Bemerkungen gegen ihn im Interesse der Wissenschaft nicht unterdrücken zu müssen geglaubt, trotzdem die Ergebnisse, zu denen Hastings in Bezug auf die Gläser der Jenaer Schmelzerei gelangt, denselben keineswegs ungünstig sind, ich also im Interesse dieser Anstalt nicht die mindeste Veranlassung hätte, mich gegen sie zu wenden.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bekanntmachung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt über die Prüfung elektrischer Messgeräthe.

A. Bestimmungen.

(Centralblatt für das deutsche Reich, 1889, No. 23, S. 310).

Die zweite (technische) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übernimmt die Prüfung der zeitigen Werthe von elektrischen Widerständen und Normalelementen sowie der Angaben von Strommessern und Spannungsmessern für Gleichstrom. Es bleibt der Reichsanstalt vorbehalten, vor der Zulassung zur Prüfung eine Untersuchung der Brauchbarkeit und Dauerhaftigkeit dieser Geräthe eintreten zu lassen.

Untersuchungen anderer als der oben genannten elektrischen Geräthe und Einrichtungen übernimmt die Reichsanstalt, soweit nach ihrem Ermessen ein allgemeines technisches oder wissenschaftliches Interesse dabei vorliegt. Ueber den Umfang und die Ausführung solcher Untersuchungen findet eine besondere Vereinbarung mit den Betheiligten statt.

Die Prüfung elektrischer Messgeräthe wird nach Maassgabe folgender Bestimmungen ausgeführt und kann auf Verlangen mit einer Beglaubigung verbunden werden. Der Erlass von Bestimmungen über die Prüfung hier nicht genannter Messgeräthe wird vorbehalten.

I. Widerstände.

§ 1.

Die Beglaubigung ist vorbehaltlich der Bestimmungen im § 3 Abs. 3 und § 5 nur zulässig für Einzelwiderstände und Widerstandssätze aus Platinsilber, Neusilber und ähnlichen Legirungen, deren Leitungsfähigkeit durch die Temperatur erheblich grössere Veränderungen, als die der vorgenannten Materialien nicht erfährt. Widerstände aus Graphit, Kohle und Elektrolyten sind von der Beglaubigung ausgeschlossen.

§ 2.

Die Einrichtung der zur Beglaubigung zuzulassenden Widerstände soll folgenden Anforderungen genügen:

1. Die Anlage und Ausführung soll hinreichende Sicherheit und Unveränderlichkeit der Werthe gewährleisten.
2. Theile, deren Beschädigung oder willkürliche Veränderung leicht möglich und schwer wahrnehmbar ist, sollen in einem festen, bei der Einreichung abnehmbaren Gehäuse eingeschlossen sein, welches Einrichtungen für Aufnahme der durch die Reichsanstalt anzubringenden Sicherheitsverschlüsse trägt.
3. Auf jedem Messgeräth soll eine Geschäftsnummer und eine Geschäftsfirma vermerkt sein; die letztere kann durch ein amtlich eingetragenes Fabrikzeichen ersetzt werden.
4. Der Werth des Widerstandes soll unter Beifügung der Bezeichnung *Ohm* in dieser Einheit auf dem Messgeräth unzweideutig angegeben sein; auf Widerstandssätzen ist die vorgenannte Bezeichnung nur einmal erforderlich.

§ 3.

Je nach dem Antrage der Betheiligten werden die Widerstände als Gebrauchswiderstände oder als Präzisionswiderstände geprüft und beglaubigt, und zwar werden beglaubigt:

1. als Gebrauchswiderstände solche Widerstände, deren Abweichung von den Normalen der Reichanstalt bei + 15 Grad des hunderttheiligen Thermometers ± 0,005 des Sollwerthes nicht überschreitet,
2. als Präzisionswiderstände solche Widerstände, welche bei der auf ihnen verzeichneten Temperatur von den Normalen der Reichsanstalt um nicht mehr als ± 0,001 des Sollwerthes abweichen.

Bei Widerstandssätzen sollen diese Fehlergrenzen sowohl von jedem einzelnen Widerstand als von beliebigen Zusammenfassungen mehrerer Widerstände eingehalten werden.

Die Angabe der Temperatur auf Präzisionswiderständen hat durch den Verfertiger zu erfolgen. Nur bei Glasröhren mit Quecksilberfüllung, deren Beglaubigung als Präzisionswiderstände statthaft ist, übernimmt die Reichsanstalt auf Wunsch der Betheiligten die Anbringung dieser sowie der nach § 2 No. 4 erforderlichen Bezeichnungen.

Die Prüfung von Gebrauchswiderständen erfolgt durch Vergleichung bei mittlerer Zimmertemperatur, diejenige von Präzisionswiderständen bei zwei verschiedenen, passend gewählten Temperaturen.

§ 4.

Die Beglaubigung geschieht durch Aufbringen eines Stempels und einer Prüfungsnummer in der Nähe der Angabe des Widerstandswerthes, durch Anlegung von Sicherungsverschlüssen am Gehäuse sowie durch Ausfertigung eines Beglaubigungsscheins. Bei Widerstandssätzen wird der Stempel in die Nähe eines der mittleren unter den angegebenen Widerstandswerthen gesetzt. Die Stempel und die Verschlüsse zeigen das Bild des Reichsadlers und die Jahreszahl der Prüfung. Bei dem Stempel für Präzisionswiderstände tritt ein fünfstrahliger Stern hinzu.

Der den gestempelten Widerständen beigegebene Beglaubigungsschein bekundet bei Gebrauchswiderständen ihre Abweichung von den Normalen der Reichsanstalt bis auf ± 0,001, für Präzisionswiderstände bei zwei Temperaturen bis auf wenigstens ± 0,0001 ihres Sollwerthes, doch wird bei kleineren Widerständen die Angabe der Abweichungen nur bis zu 0,000 001 *Ohm* geführt. Hierbei ist anzugeben, dass das *Ohm* zu 1,06 *Siemens-Einheiten* berechnet ist.

§ 5.

Widerstände aus starken Kupferseilen, welche den Bestimmungen unter § 2 No. 1, 3, 4 genügen, können ausnahmsweise zur Prüfung zugelassen werden. Ein solcher Widerstand wird bei der auf demselben angegebenen Temperatur oder, falls eine derartige Angabe fehlt, bei + 15 Grad mit den Normalen der Reichsanstalt verglichen und, wenn die Abweichungen ± 0,01 des Sollwerthes nicht überschreiten, an den Abzweigungsstellen gestempelt. In der beigegebenen Prüfungsbescheinigung wird die Einhaltung der Fehlergrenzen bekundet und das Gewicht des Widerstandes aufgeführt.

II. Normalelemente.

§ 6.

Bis auf weiteres werden zur Prüfung und Beglaubigung nur Normalelemente nach *L. Clark* mit der Bezeichnung als solche zugelassen, sofern deren Einrichtung ein Umkehren gestattet, ohne dass das Zink mit dem Quecksilber in Berührung kommt. Auch sollen die Anforderungen unter § 2 No. 1 bis 3 erfüllt sein. Etwaige mit den Normalelementen fest verbundene Thermometer müssen vor ihrer Einfügung der Reichsanstalt zur Prüfung vorgelegen haben und deren Prüfungsstempel tragen.

§ 7.

Die Prüfung eines Normalelements erfolgt durch Vergleichung mit den Normalen der Reichsanstalt; ist die Abweichung nicht grösser als ± 0,001 *Volt*, so wird das Element unter sinngemässer Anwendung der Bestimmungen unter § 4 Abs. 1 gestempelt und in dem beigegebenen Beglaubigungsschein die Einhaltung der vorstehenden Fehlergrenze bekundet.

III. Strommesser und Spannungsmesser.

§ 8.

Zur Prüfung und Beglaubigung zugelassen werden bis auf weiteres Strommesser für Stromstärken bis zu 1000 *Ampere* und Spannungsmesser für Spannungen bis zu 300 *Volt*, sofern dieselben den Anforderungen unter § 2 No. 1 bis 3 genügen und sofern auf ihnen die Werthe der Skalentheile unter Beifügung der Bezeichnung *Ampere* bezw. *Volt* in diesen Einheiten unzweideutig vermerkt sind.

Auf Messgeräthen, deren verbürgte Anwendung auf einen Theil der vorhandenen Skale eingeschränkt werden soll, sind die Grenzen ihres Anwendungsgebietes anzugeben in der Form: „Strommesser richtig von . . . . . bis . . . . *Ampere*“ bezw. „Spannungsmesser richtig von . . . . . bis . . . . *Volt*“. Hierbei soll das Anwendungsgebiet wenigstens 10 Skalen-Intervalle umfassen.

§ 9.

Die Prüfung eines Strommessers oder eines Spannungsmessers erfolgt durch Vergleichung mit den Normalen der Reichsanstalt an wenigstens 3 Skalenstellen und zwar bei steigender sowie bei fallender Stromstärke bezw. Spannung.

Bei der Prüfung von Spannungsmessern, welche nach unzweideutiger Aufschrift nur mit kurzer oder nur mit langdauernder Einschaltung gebraucht werden sollen, wird die Dauer der Einschaltung dementsprechend bemessen und zwar im ersten Falle auf höchstens

1 Minute, im anderen Falle auf wenigstens 1 Stunde. Fehlt eine Angabe der Einschaltungsdauer, für welche ein Spannungsmesser bestimmt ist, so sollen die Fehlergrenzen für kurze und für dauernde Einschaltung eingehalten werden.

§ 10.

Die Beglaubigung erfolgt bei Messgeräthen ohne Beschränkung des Anwendungsgebietes, wenn die gefundenen Fehler entweder nicht über ± 0,2 der die Prüfungsstelle enthaltenden bezw. ihr benachbarten Skalen-Intervalle oder nicht über ± 0,01 des Sollwerthes hinausgehen; bei Geräthen mit beschränkter Anwendung der Skale (§ 8 Abs. 2) soll der Fehler innerhalb des Anwendungsgebietes ± 0,01 des Sollwerthes nicht übersteigen.

Die Stempelung eines Strommessers oder eines Spannungsmessers geschieht nach Maassgabe der Bestimmungen unter § 4 Abs. 1; der Stempel erhält seinen Platz nahe der Mitte des Anwendungsgebietes der Skale. Dem gestempelten Messgeräth wird ein Beglaubigungsschein beigegeben, welcher die gefundenen Fehler bekundet.

IV. Gebühren.

§ 11.

Es werden erhoben:

1. für die Prüfung und Stempelung
   a) eines einzelnen Gebrauchswiderstandes eine Gebühr von . . 2,00 M.
   b) eines Satzes von Gebrauchswiderständen eine Grundgebühr von 2,00 „
   sowie für jede einzelne Abtheilung eine Zusatzgebühr von je 0,50 „
   c) von Präzisionswiderständen das Vierfache der Sätze zu a bezw. b,
   d) eines Quecksilberwiderstandes eine Gebühr von . . . . . 12,00 „
2. für die Prüfung und Stempelung eines Normalelements eine Gebühr von 1,50 „
3. für die Prüfung und Stempelung
   a) eines Strommessers unter 300 *Ampere* oder eines Spannungsmessers nach Prüfung an 3 Skalenstellen eine Gebühr von . 3,00 „
   für Prüfung jeder weiteren Stelle . . . . 0,20 „
   b) eines Strommessers von 300 bis ausschliesslich 600 *Ampere* das Anderthalbfache der Sätze zu a,
   c) eines Strommessers von 600 bis 1000 *Ampere* das Doppelte der Sätze zu a,
4. für nachträgliches Aufbringen der vorgeschriebenen Bezeichnungen 0,50 „
5. für die Prüfung von Messgeräthen, deren Stempelung sich als unzulässig erweist, Gebühren nach Massgabe der aufgewendeten Arbeit und zwar für die Stunde . . . . 1,50 „
   werden die gefundenen Fehler dem Betheiligten mitgetheilt, so erfolgt die Ansetzung der Gebühren wie bei gestempelten Geräthen.
6. für Untersuchung der Brauchbarkeit und Dauerhaftigkeit von elektrischen Apparaten und Einrichtungen (vergl. Einleitung) Gebühren ebenfalls nach Maassgabe der aufgewendeten Arbeit, jedoch für die Stunde . . . . 3,00 „

Charlottenburg, den 24. Mai 1889.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

von Helmholtz.

B. Erläuterungen zu vorstehenden Bestimmungen.

Zu den Aufgaben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gehört es, elektrische Messgeräthe für technische Zwecke zu prüfen und auf Antrag der Betheiligten geeigneten Falls mit einer amtlichen Beglaubigung zu versehen. Die letztere soll nicht nur die Richtigkeit der Geräthe zur Zeit der Prüfung, sondern auch in gewissen Grenzen die Unveränder-

lichkeit ihrer Angaben gewährleisten. Die Beglaubigung musste daher vorläufig auf diejenigen wenigen Gattungen von Messgeräthen beschränkt werden, über welche bereits vielseitige und längere Erfahrungen vorliegen. Es ist aber in Aussicht genommen, später noch weitere Arten von Messgeräthen in den Bereich dieser Prüfungen zu ziehen. Namentlich sind in dieser Beziehung Kondensatoren, sowie Strom- und Spannungsmesser für Wechselstrom ins Auge gefasst. Stromzeitmesser (Elektricitätszähler) werden vorläufig noch nicht gestempelt, weil bei den bisher gebräuchlichen Formen ein amtlicher Verschluss nicht angebracht werden kann. Sobald dies ermöglicht ist, wird die Zulassung dieser für das elektrische Gewerbe besonders wichtigen Apparate zur Stempelung in Erwägung gezogen werden.

Für jede besondere Form eines Messgeräthes ist zunächst die Dauerhaftigkeit und Sicherheit seiner Anzeigen zu untersuchen. Sollen daher Messgeräthe einer bestimmten, bis dahin noch nicht zur Beglaubigung zugelassenen Form von der Reichsanstalt geprüft und beglaubigt werden, so ist derselben zunächst ein auf Vornahme der Voruntersuchung gerichteter Antrag unter Beifügung eines oder mehrerer derartiger Instrumente einzuliefern. Unter Umständen werden hierbei auch Apparate, deren Zulässigkeit für schwächere Stromstärken bereits anerkannt ist, einer neuen Prüfung zu unterziehen sein, wenn sie für weit höhere Stromstärken gebraucht werden sollen.

Ausserdem übernimmt die Reichsanstalt auch die Prüfung von solchen Messgeräthen, welche vorläufig zur Stempelung nicht zugelassen werden. Andere elektrische Geräthe und Einrichtungen werden auf Wunsch der Betheiligten untersucht, sobald ein allgemeines Interesse dabei vorliegt.

Die Prüfung erfolgt in allen Fällen durch Vergleichung mit den Normalen der Reichsanstalt. Ueber die Einrichtung derselben sowie über die Ausführung der Prüfungen wird demnächst in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* sowie in elektrischen Fachblättern ausführlicher berichtet werden. Die Richtigkeit der Widerstandsnormale der Reichsanstalt wird durch Vergleichung mit Kopien der Normale anderer Staaten und der von hervorragenden Physikern hergestellten Widerstandseinheiten gesichert.

Die Reichsanstalt wird bestrebt sein, die Abfertigung der zur Prüfung eingereichten Messgeräthe in der Regel in spätestens drei Wochen, vom Tage des Einganges an gerechnet, zu bewirken; nur die Abfertigung von Präzisionswiderständen und von solchen Strom- und Spannungsmessern, bei welchen eine Aenderung der Angaben mit der Zeit zu befürchten ist, wird im Allgemeinen eine Frist von zwei Monaten erfordern.

Zu I.

Die Anforderungen an die zur Stempelung zuzulassenden Widerstände schliessen Gleitdrahtbrücken und ähnliche Einrichtungen aus, weil die Angaben derselben sich für einige Dauer nicht hinreichend verbürgen lassen. Bezüglich der Sicherheit und Unveränderlichkeit ist insbesondere auf starke Zuleitungen und sichere Verbindung der Widerstandsdrähte mit den Zuleitungen zu sehen.

Bei Präzisionswiderständen darf nach Erwärmung auf 50 Grad eine Aenderung des Widerstandes um 0,000 05 seines Sollwerthes nicht eintreten. Die Drähte sollen so befestigt sein, dass sie bei dem Gebrauche keinen Verbiegungen ausgesetzt sind. Auch ist es rathsam, Rollen von möglichst grossem Durchmesser zu verwenden und überhaupt bei dem Wickeln des Drahtes erhebliche Gestaltsänderungen desselben zu vermeiden. Die Wickelung ist derartig anzuordnen, dass der Draht die Wärme schnell an die Umgebung abgeben kann. Endlich empfiehlt es sich, Vorkehrungen zur Einfügung von Thermometern in das Innere der Präzisionswiderstände vorzusehen, um die Ermittelung der Drahttemperatur zu erleichtern.

Zu II.

Das Quecksilbersulfat-Element nach Latimer Clark ist bis jetzt das einzige Normalelement, welches in einer zur Versendung geeigneten Form hergestellt wird. Es ist nicht ausgeschlossen, die Beglaubigung später auch auf andere Normalelemente auszudehnen.

Zu III.

Das Zeigerwerk der Strom- und Spannungsmesser darf durch Erschütterungen in Folge des Transports oder plötzlicher Einschaltung des Stromes keine nachtheiligen Veränderungen erfahren; auch sollen die Messgeräthe durch äussere magnetische Kräfte von mässiger Stärke, wie solche im Betriebe nicht leicht zu vermeiden sind, in erheblichem Grade nicht beeinflusst werden.

Als Einstellung des Messgeräths für eine bestimmte Stromstärke oder Spannung gilt in der Regel diejenige Lage des Zeigers, auf welcher derselbe ohne Beeinflussung seiner Schwingungen seitens des Beobachters zur Ruhe kommt. Nur auf ausdrückliches Verlangen des Betheiligten wird als Einstellung diejenige Lage des Zeigers angenommen, in welcher derselbe zurückbleibt, wenn man ihn mit der Hand hemmt und ihn so sich langsam aufwärts oder abwärts über die Skale bewegen lässt; in solchem Falle wird aber dem Beglaubigungsschein ein bezüglicher Vermerk eingefügt.

Bei Spannungsmessern erfolgt die auf wenigstens eine Stunde ausgedehnte Einschaltung mit der mittleren Spannung des Anwendungsgebietes, sofern ein solches auf der Skale abgegrenzt ist; andernfalls erfolgt die dauernde Einschaltung mit derjenigen Spannung, bei welcher das Messgeräth die grösste Empfindlichkeit besitzt, oder falls ein grösseres Gebiet gleicher Empfindlichkeit vorhanden ist, mit der mittleren Spannung desselben. Im Beglaubigungsschein wird angegeben, mit welcher Spannung die langdauernde Einschaltung erfolgt ist. Beantragt der Betheiligte die letztere für mehr als eine Spannung oder wird ein solches Verfahren seitens der Reichsanstalt für erforderlich erachtet, so werden für diese Mühewaltungen besondere Gebühren erhoben.

Strom- und Spannungsmesser, welche in ein plombirbares Gehäuse nicht eingeschlossen werden können, werden nach der Vorschrift in § 8, bezw. § 2 No. 2 nicht gestempelt. Die meisten derartigen Messgeräthe, z. B. die bisher gebräuchlichen Torsionsdynamometer und Torsionsgalvanometer, haben ihren Charakter als Laboratoriumsinstrumente im Wesentlichen bewahrt. Wer mit solchen Geräthen arbeitet, wird in der Regel mit elektrischen Messungen soweit vertraut sein, dass er die Prüfung ihrer Angaben mittels Widerstände und Normalelemente oder Silber- bezw. Kupfervoltameter selbst ausführen kann. Wird indessen die Untersuchung eines solchen Geräths gemäss Abs. 2 der Einleitung von der Reichsanstalt gewünscht, so wird sie nach besonderer Vereinbarung mit den Betheiligten übernommen werden.

Zu IV.

Soweit die Gebühren nach der aufgewendeten Zeit berechnet werden, ist für laufende Prüfungen, welche von technischen Hilfsarbeitern unter Aufsicht ausgeführt werden können, ein geringerer Satz, dagegen für Arbeiten, welche von wissenschaftlichen Beamten der Reichsanstalt zu erledigen sind, ein höherer Satz für die Stunde zu Grunde gelegt worden.

---

62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg in den Tagen vom 17. bis 23. September 1889.

Im Auftrage der Geschäftsführer der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte haben wir die Vorbereitungen für die Sitzungen der in diesem Jahre zum ersten Male tagenden, neu gebildeten Abtheilung für Instrumentenkunde (Abtheilung No. 32) übernommen und beehren uns hiermit, die Herren Fachgenossen zur Theilnahme an den Verhandlungen dieser Abtheilung ganz ergebenst einzuladen. Gleichzeitig bitten wir Vorträge und Demonstrationen frühzeitig bei uns anmelden zu wollen.

Die Verhandlungen der Abtheilung werden sich unmittelbar an eine Ausstellung der neuesten und besten Erzeugnisse der Technik auf den Gebieten der Instrumentenkunde und Präcisionsmechanik, der Medicin und der Naturwissenschaft anschliessen. An die Firmen, welche die früheren Ausstellungen beschickt haben, sind bereits die Einladungen nebst An-

meldebogen verschickt worden. Auf mehrseitigen Wunsch ist die Anmeldefrist an das „Ausstellungs-Comité“ bis zum 31. Juli verlängert worden.

Die Geschäftsführer beabsichtigen, Mitte Juli allgemeine Einladungen zu versenden und es wäre wünschenswerth, schon in diesen Einladungen eine Uebersicht der Abtheilungs-Sitzungen, wenigstens theilweise, veröffentlichen zu können.

Professor J. W. Brühl	Dr. A. Westphal	Dr. W. Nernst
Einführender Vorsitzender	Schriftführer	Schriftführer
Heidelberg, Rohrbacherstr. 9.	Berlin SW., Blücherstrasse 23.	Heidelberg, Ziegelh. Landstr. 24.

Referate.

Beschreibung eines Punktirapparates.

Von Dr. W. Veltmann, Poppelsdorf-Bonn. *Zeitschr. f. Vermessungswesen 1888.* ***17.*** *S. 370.*

Zum Ziehen punktirter Linien sind zwei Instrumente im Gebrauch, welche beide wesentliche Mängel haben. Das eine liefert schlechte Linien und versagt leicht beim Gebrauch. Bei dem anderen ist eine bestimmte Dicke des Lineals, eine ebene Unterlage und besondere Uebung erforderlich, um damit arbeiten zu können.

Ich habe einen Punktirapparat konstruirt, der von diesen Mängeln frei ist, mit welchem auch der Ungeübteste mit der grössten Leichtigkeit und ohne besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt arbeiten kann. Selbst vor der gewöhnlichen Ziehfeder, statt welcher er ebenfalls gebraucht werden kann, hat derselbe den Vorzug, dass das schnelle Eintrocknen der Tusche dabei fortfällt. Im Folgenden gebe ich eine Beschreibung dieses Apparates.

1. Apparat zum Ziehen punktirter Linien. Figur 1 und 2 geben in etwa Zwei-Drittel der wirklichen Grösse zwei vertikale Durchschnitte nach Ebenen, welche zu einander rechtwinklig sind. Der rechteckige metallene Rahmen *A* mit Quersteg *E* ist an der unteren kurzen Seite durchbrochen und mit Vorsprüngen *a a* versehen, zwischen denen sich das Druckrädchen *B* auf dem Stahlstift *b* als Axe drehen kann. Letzterer ist zum bequemen Anfassen beim Herausziehen an einem Ende umgebogen.

Das Rädchen steht in Umfangsberührung mit einer Walze *G* Fig. 1 u. 2, welche aus einem Holzcylinder besteht, in dem eine metallene Gewindemutter axial eingesetzt und welche mit einem Kautschukring bezogen ist. Die Walze kann statt dessen auch aus Kork mit eingesetzter Gewindemutter bestehen. Letztere sitzt auf dem Schraubenstift *c*, welcher quer durch das Gestell geht und mit demselben an den Enden fest verbunden ist. Das Rädchen *B* und die Walze *G* stehen einander so nahe, dass der Umfang des ersteren sich hinreichend in den Gummiring eindrückt, damit bei der Umdrehung des Rades die Walze mitgenommen wird. Hierbei verschiebt sich zugleich die Walze auf der Schraube seitwärts.

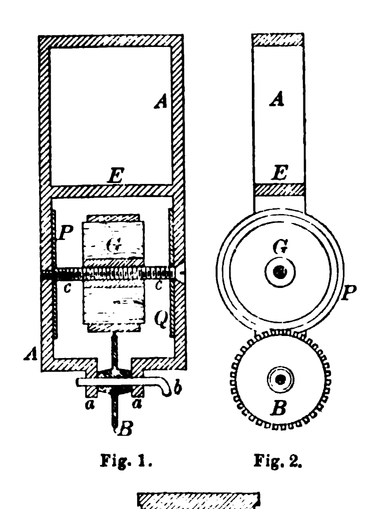


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3.

An das Gestell sind an der inneren Seite koncentrisch mit der Schraube die kreisförmigen Platten *P* und *Q* angelöthet, deren Zweck es ist, beim Gebrauche des Instruments die Hand vor der Berührung mit der Walze zu schützen, während dieselben zugleich eine bequemere Handhabung gestatten.

Hierzu gehört noch ein 12 *cm* langes, 20 *mm* breites und 4 *mm* dickes Brettchen (die Farbeplatte) vom Querschnitt Fig. 3, dessen untere Seite zur Aufnahme der Farbe bestimmt ist. Soll das Instrument zum Linienziehen benutzt werden, so wird auf die Farbeplatte etwas Druckerschwärze oder eine andere Druckfarbe gegeben, mittels

derselben auf die Gummiwalze übertragen und auf dieser verrieben, so dass sie sich der ganzen Breite der Walze nach auf derselben ringsherum gleichmässig vertheilt. Die Farbeplatte wird hierbei zwischen die Walze und den Quersteg *E* geschoben, wo dann bei richtiger Grösse des Zwischenraumes und wegen der Form des Querschnittes der Platte die mit Farbe versehene untere Fläche derselben mit den Schutzscheiben nicht in Berührung kommen kann. Nachdem die Farbe auf der Walze gleichförmig vertheilt ist, wird das Instrument mit dem Zahnrad auf das Papier gesetzt und über letzteres fortgezogen, so dass das Rad auf dem Papiere rollt. Die Kopfflächen der Radzähne, welche von der Walze Farbe aufnehmen, drucken sich hierbei auf dem Papiere ab. Bei jeder Umdrehung der Walze verschiebt sich diese auf der Schraube um einen Schraubengang; der Umfang des Rades kommt daher mit immer neuen Punkten der Walze in Berührung. Ist die Walze an der Grenze ihrer seitlichen Bewegung angekommen, so wird das Instrument umgekehrt, so dass sich Rad und Walze in umgekehrtem Sinne drehen. Es können Linien von zusammen ungefähr 8 *m* Länge gezogen werden, ehe die Walze wieder mit Farbe versehen werden muss. Bei Benutzung eines Lineals wird das Rädchen an dasselbe angelegt, in welcher Weise mittels der äusseren Kurven eines Kurvenlineals auch krumme Linien gezogen werden können.

Eine wesentliche Abänderung der hier beschriebenen Vorrichtung besteht darin, dass die Farbewalze statt der Schraube *c c* Fig. 1 einen glatten Stahlstift als Axe erhält, welcher mit dem Gestell nicht fest verbunden ist, sondern herausgezogen werden kann. Die Verschiebung der Walze auf dieser Axe wird dann dadurch erreicht, dass die beiden Axen *c* und *b* nicht parallel, sondern zu einander etwas windschief sind. Der Umfang des Rädchens und derjenige Querschnitt der Walze, welcher gerade mit demselben in Berührung steht, liegen dann nicht in einer Ebene, sondern schneiden sich unter einem sehr spitzen Winkel. Das Rädchen hat also bei seiner Drehung das Bestreben, auf der Walze eine Schraubenlinie zu beschreiben, was aber nur möglich ist, wenn die Walze sich auf der Axe verschiebt. Diese gegenseitige Bewegung von Rädchen und Walze findet wirklich statt, und wie der Versuch gezeigt hat, ist die Verschiebung hier eine ebenso regelmässige und zweckentsprechende wie bei Anwendung einer Schraube.

Diese Einrichtung bietet den wesentlichen Vortheil, dass, wenn man mehrere Walzen hat für verschiedene Farben (Druckschwärze, autographische Tusche u. s. w.), dieselben leicht gegen einander ausgewechselt werden können.

2. Apparat zum Ziehen punktirter Kreise. Die Punktirvorrichtung ist hier an dem Einsatz *C* Fig. 4 eines Zirkels angebracht. *B* ist das Druckrad mit einseitiger Nabe, *G* die Farbewalze. Die Axe des Druckrädchens und die Leitschraube *c* für die Walze sind in *C* fest eingesetzt. Das Rädchen wird durch den Vorsteckstift *h* auf seiner Axe festgehalten.

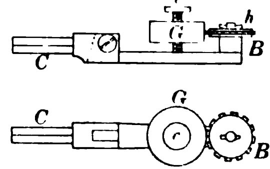


Fig. 4.

Um Linien und Kreise verschiedener Art ziehen zu können, sind mehrere Druckräder mit entsprechenden Umfangsflächen erforderlich. Ein ganzrandiges Rad kann zum Ziehen zusammenhängender Linien statt der Ziehfeder benutzt werden. Durch Zusammensetzen zweier gezahnten oder von gezahnten und ganzrandigen Rädern können punktirte Doppellinien oder Linien für Chaussee, Eisenbahn u. s. w. erhalten werden. — Zum Abtragen einer grossen Anzahl gleicher Theile auf einer geraden Linie, z. B. beim Zeichnen von Ziegelmauerwerk, ist ein Instrument im Gebrauch, welches mit einem Zahnrädchen versehen ist, dessen Zähne die Theilpunkte in das Papier eindrücken. Zu demselben Zwecke kann der hier beschriebene Apparat benutzt werden, wenn derselbe mit Rädern versehen ist, deren Zähne die erforderlichen Abstände haben. Die Anfertigung des vorstehend beschriebenen Punktirinstruments hat Herr Mechaniker Wolz in Bonn übernommen, von welchem dasselbe mit drei Rädern und zwei Walzen zu beziehen ist.

Es soll nicht geleugnet werden, dass der vorstehend beschriebene Apparat für die

Anfertigung gröberer Zeichnungen einige Vortheile bieten kann. Seine Anwendbarkeit dürfte indessen eine beschränkte insofern sein, als jede Linienstärke ein besonderes Rädchen erfordern würde, die angewendete Farbe (fette Druckerschwärze?) eine gewisse Konsistenz haben müsste und durch blosse Druckwirkung eine so scharfe Begrenzung der Linien wie durch eine gute Ziehfeder keinenfalls zu erzielen ist. *P.*

Zwei neue registrirende Anemometer.

Von Gebrüder Brassart, Sonderabz. aus *Annali della Meteorologia Italiana. 1886. Parte I.*

Nachdem im Jahrgange 1880 der *Annali della Meteorologia Italiana* eine einfachere Form des Anemometers der Gebr. Brassart, Mechaniker des Centralinstituts für Meteorologie und Geodynamik zu Rom beschrieben war, theilt E. Brassart an obiger Stelle eine neue Form des Instrumentes mit.

Bei dem neuen Apparate erfolgt die Registrirung durch trockene Spitzen, so dass eine Erneuerung der Tinte, oder dergl. unnöthig ist. „Dieselben Zeichen geben gleichzeitig sowohl die Geschwindigkeit als auch die Richtung des Windes an, und die Anhäufung der Zeichen seine Intensität.“ — Das Princip des neuen Anemometers ist ein sehr einfaches. Dem Winde ausgesetzt sind Windfahne und Robinson'sches Schalenkreuz; senkrecht unter diesen Aussenapparaten befindet sich der eigentliche Registrirapparat. In letzterem wird durch ein Uhrwerk ein Papierstreifen gleichförmig fortbewegt; das Schalenkreuz setzt immer nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen einen Hammer in Thätigkeit, welcher auf dem Papierstreifen Marken erzeugt; letztere liegen einander um so näher, je grösser die Windgeschwindigkeit ist.

Soweit stimmt das Princip des Anemometers vollkommen mit demjenigen überein, welches von d'Ons-en-Bray im Jahre 1734 gebaut worden ist (vergl. *diese Zeitschr. 1884 S.* 412). Es kommt nun aber noch die Registrirung der Richtung hinzu, welche in folgender Weise von statten geht. Der soeben erwähnte, von dem Schalenkreuze in Thätigkeit gesetzte Hammer trägt nicht selbst eine Spitze zur Erzeugung der Marken, sondern hat im Gegentheil eine ebene Schlagfläche, welche breiter ist als der Papierstreifen. Unter dem letzteren und unter der Hammerfläche liegen nun vier Spitzen nebeneinander, von denen durch die Windfahne je nach ihrer Stellung entweder eine, oder zwei nebeneinanderliegende Spitzen angehoben und dem Hammerschlage ausgesetzt werden. Es können also 8 Windrichtungen unterschieden werden. Bei mechanisch wirkenden Anemographen sucht man meistens eine grössere Mannigfaltigkeit, und womöglich eine kontinuirliche Aufzeichnung aller Windrichtungen zu erreichen. — Ueber die Mangelhaftigkeit der Bestimmung der Geschwindigkeit des Windes nach dem auch hier zu Grunde liegenden Princip des Chronographen hat sich Ref. im diesjährigen März-Hefte *dieser Zeitschr.* auf S. 90 ausgesprochen. — Sehr eigenthümlich ist die schon oben angedeutete, anderswo aber noch entschiedener betonte Auffassung, als ob von diesem Anemometer neben der Geschwindigkeit noch die Intensität aufgezeichnet werde, während es sich doch in Wirklichkeit höchstens darum handelt, dass ein und dasselbe Ergebniss in verschiedener Weise ausgedrückt wird. — Anderswo (z. B. an der deutschen Seewarte in Hamburg) hat man dagegen mit Erfolg versucht, in der That noch ein drittes Element, den Druck des Windes zur Aufzeichnung zu bringen; letzteres leistet vortreffliche Dienste, wenn es darauf ankommt, schnelle Aenderungen der Windstärke zu verfolgen.

Die Gebrüder Brassart haben ihr Anemometer auch mit elektrischer Uebertragung konstruirt. Man wird nicht grosse Mühe haben, sich von den dadurch gebotenen Abänderungen der Ausführung eine Vorstellung zu machen. *Spr.*

Absolute Messung der Intensität der Schwere.

Von Kommand. Defforges. *Journal de Physique II. 7. S. 354.*

Aus der umfangreichen Abhandlung soll hier nur der Theil hervorgehoben werden, welcher vom Mitschwingen des Stativs handelt und von der Berücksichtigung, bezw. Be-

seitigung des daraus sich ergebenden Einflusses auf die Bestimmung der absoluten Intensität der Schwere.

Aus theoretischen Untersuchungen geht hervor, dass das Mitschwingen des Statives dieselbe Einwirkung auf die Schwingungszeit des Pendels ausübt, als ob letzteres um ein Stück grösser wäre, als es in Wahrheit ist. Die Grösse dieses Betrages, welchen man an die gemessene Pendellänge anbringen muss, um die der beobachteten Schwingungszeit entsprechende Pendellänge zu erhalten, ist natürlich abhängig von dem Elasticitätskoefficienten des Stativs und zwar ist sie demselben direkt proportional. Plantamour hat nun gefunden, dass der Elasticitätskoefficient, welchen man erhält, wenn man auf das Stativ am Aufhängepunkt des Pendels eine Kraft horizontal wirken lässt, um ungefähr ein Achtel seines Werthes grösser erhalten wird als derjenige, welcher sich aus der Beobachtung der Bewegungen des Stativs bei schwingendem Pendel ergiebt; den ersten nennt er den statischen, den anderen den dynamischen Koefficienten.

Auf Cornu's Rath hat Verf. an einem Repsold'schen Pendelapparat noch einmal hierauf bezügliche Versuche angestellt. Den dynamischen Koefficienten bestimmte er mit Hilfe der Interferenzstreifen, welche von zwei parallelen Spiegeln hervorgebracht wurden, von denen der eine mit dem Stativ am Aufhängepunkt des Pendels fest verbunden und der andere unabhängig vom Stativ aufgestellt war. Wenn das Stativ seine Ausschläge machte und somit der daran befestigte Spiegel sich dem andern bald näherte, bald von ihm entfernte, so fand eine Bewegung der Interferenzstreifen statt, aus welcher Verf. den Ausschlag des Stativs bis auf 0,01 μ genau erhalten zu haben angiebt. Auch zur Bestimmung des statischen Koefficienten wäre die Methode anwendbar gewesen, doch ist sie hier nicht unentbehrlich, weil die in Betracht kommenden stärkeren seitlichen Verschiebungen mit genügender Schärfe durch das Mikroskop direkt gemessen werden können.

Um mit verschiedenen Elasticitätskoefficienten Versuchsreihen anzustellen, benutzte Verf. als Unterlage für das Stativ mehrere elastische Platten. Er fand in der That das Plantamour'sche Resultat bestätigt, und indem er die Unterschiede in der Schwingungsdauer, die sich aus den Versuchen bei grösserer und geringerer Elasticität des Stativs ergaben, mit den berechneten Unterschieden verglich, wobei er einmal den statischen und einmal den dynamischen Koefficienten der Rechnung zu Grunde legte, zeigte sich, dass der statische Elasticitätskoefficient der bei der Rechnung zu benutzende sei.

Weiterhin führt Verf. aus, dass der Einfluss der Elasticität des Stativs sowie der des Krümmungsradius der Schneiden eliminirt werden kann, wenn man innerhalb der gleichen Grenzen der Amplitude, auf demselben Stativ und mit denselben Schneiden zwei Pendel schwingen lässt, die dasselbe Gewicht, aber verschiedene Länge und deren Schwerpunkte eine ähnliche Lage zu den Schneiden haben. Auch der bei der Messung der Pendellänge auftretende persönliche Fehler hebt sich, wie Verf. betont, heraus, weil es nur auf die Differenz der beiden Pendellängen ankommt, und ebenso der unbekannte Einfluss, der durch die Abnutzung der Schneiden während der Bewegung auf die Länge des Pendels hervorgebracht wird, weil beide Pendel wegen ihres gleichen Gewichtes und der gleichen Grenzen der Amplitude auch ihre Schneiden in gleicher Weise abnutzen werden.

Verf. prüft hierauf seine Methode auf ihre Ausführbarkeit hin. Wenn bei der Bestimmung der Schwingungsdauer des Reversionspendels der von dem Pendelapparat herrührende Fehler zu vernachlässigen sein soll gegenüber dem aus der angewandten Uhr entspringenden, so darf er nicht grösser sein als 0,0000001 Sek., oder mit andern Worten: der Fehler des täglichen Ganges des Pendels muss kleiner sein als 0,01 Sekunde.

Was das von der Theorie als gleich erforderte Gewicht der beiden Pendel anlangt, so genügt es zur Einhaltung der erwähnten Genauigkeitsgrenze, wenn die Pendel in ihrem Gewichte auf 10 g einander nahe kommen — eine Bedingung, die in der Praxis leicht ausführbar ist.

Der andern von der Theorie geforderten Bedingung, dass die Krümmungsradien der Schneiden einander gleich sein sollen, sucht Verf. dadurch, soweit es angeht, gerecht zu

werden, dass er die Radien überhaupt möglichst klein macht. Je näher dieselben einander gleich sind, um so grösser ist, ohne dass die oben angegebene Fehlergrenze überschritten wird, der Spielraum für die Lage des Schwerpunktes. Ist z. B. bei einem Pendel von 1 *m* die Differenz der Krümmungsradien der beiden Schneiden kleiner als 0,01 *mm*, so darf die Lage des Schwerpunktes noch innerhalb 0,4 *mm* variiren.

Nach den Principien des Verf. haben die Gebrüder Brunner dem *Service géographique* einen Pendelapparat geliefert, bestehend aus zwei Pendeln von 1 *m* bezw. 0,50 *m* Distanz der beiden Schneiden, welche, weil sie für beide Pendel benutzt werden sollen, abnehmbar sind, ferner einer als Stativ dienenden, auf zwei Pfeilern befestigten Platte, einem Apparat um die durch das Schwingen der Pendel verursachte Bewegung des Stativs zu messen, einem Apparat zur Beobachtung der Koincidenzen und einem Komparator zur Messung der Länge der beiden Pendel und zur Bestimmung der Lage des Schwerpunktes.

Die beiden Pendel unterscheiden sich im Gewicht nur um 1 *g*, ihre Schwerpunkte liegen gegen die Schneiden bis auf 0,1 *mm* genau symmetrisch, die Schneiden haben eine Breite von 2 bis 3 μ. Um diese letztere Grösse zu messen, bringt Verf. die Schneide unter ein mit einem Mikrometer versehenes Mikroskop bei etwa 500facher Vergrösserung. Die Seitenflächen der Schneide werden senkrecht gegen ein Fenster gestellt und mit Hilfe von Spiegeln so beleuchtet, dass die Strahlen parallel der Axe des Mikroskopes reflektirt werden. Nur die Schneide selbst wird wegen ihrer Krümmung die Strahlen nach anderen Richtungen hin zurückwerfen und in Folge dessen im Gesichtsfelde dunkel zwischen den hellen Seitenflächen erscheinen.

Bei der Messung der Pendellängen ist auf die Beleuchtung der Schneiden Rücksicht zu nehmen. Schon Kater und nach ihm mehrere Andere fanden einen Unterschied, je nachdem sie die Schneiden des horizontal gelegten Pendels von oben oder unten beleuchteten, ohne sich über den wahren Grund klar zu werden. Verf. findet ihn darin, dass bei der Beleuchtung von oben die auf die Schneide selbst fallenden Strahlen nicht mehr in's Mikroskop, sondern nach anderen Richtungen hin reflektirt werden, und dass man folglich das Licht von unten her einfallen lassen muss, so dass man die Schneide dunkel auf hellem Grunde erblickt.

Zur Messung der Schwingungsdauer zieht Verf. die Beobachtung der Koincidenzen der Beobachtung der Durchgänge bei weitem vor. Er bespricht die von Bessel, Bruhns und Vogel angewandten Koincidenzenmethoden und giebt dann auch eine eigene an, welche mit der von Vogel benutzten die meiste Aehnlichkeit hat.

Zum Schluss leitet Verf. noch die Korrektion ab, welche bei kleinen Schwingungsbogen und lange andauernder Koincidenz unter Umständen anzubringen ist an das im Allgemeinen für den Augenblick der wahren Koincidenz geltende Mittel aus den beiden Beobachtungsmomenten, in welchen das Eintreten und das Aufhören der Koincidenz bemerkt wurde. Uebrigens kann dieselbe fast immer ohne Nachtheil weggelassen werden und wurde auch von den früheren Beobachtern nicht berücksichtigt. *Kn.*

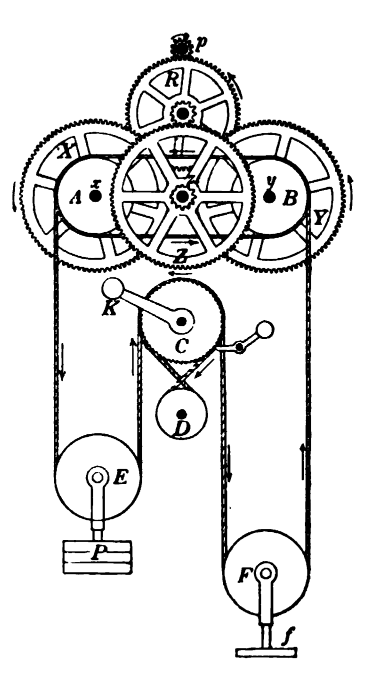
Das Phosphoroskop.

Von E. Wiedemann. *Wied. Ann. 1888.* **34.** *S. 446.*

Neben der normalen, durch hohe Temperatur bedingten Lichtentwicklung, dem Glühen, zeigen eine Reihe von Körpern noch eine zweite, die Luminescenz, wie sie Wiedemann nennt, bei der durch äussere Ursachen ohne entsprechende Steigerung der Temperatur ein Leuchten hervorgerufen wird. Dies Leuchten verschwindet entweder sofort mit der Ursache, (der Körper fluorescirt), oder es findet ein Nachleuchten (Phosphorescenz) statt. Da letzteres oft von ausserordentlich geringer Zeitdauer ist, so müssen besondere Apparate, Phosphoroskope, konstruirt werden, um es zur Sichtbarkeit zu bringen. Diese Instrumente beruhen auf der Eigenschaft des Auges, dass, wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch veränderlichem und regelmässig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird, und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, ein kontinuirlicher Eindruck entsteht.

Das älteste Phosphoroskop ist das Becquerel'sche; dasselbe besteht aus einer cylindrischen Büchse aus geschwärztem Blech, deren Vorder- und Rückwand durch zwei einander gegenüberliegende Oeffnungen in Form von Kreissektoren durchbrochen sind. Innerhalb der Büchse befinden sich zwei auf einer drehbaren Axe befestigte kreisförmige Scheiben, ebenfalls aus geschwärztem Blech. Diese haben je vier Oeffnungen, die so angeordnet sind, dass immer einem Ausschnitt der einen Scheibe ein voller Theil der zweiten gegenübersteht. Bei dieser Anordnung wird eine vor der Oeffnung in der Rückwand befindliche Lichtquelle einen zwischen die rotirenden Scheiben gebrachten Körper abwechselnd beleuchten und im Dunkeln lassen, während ein durch die Oeffnung in der Vorderwand blickendes Auge den Körper stets dunkel sehen muss, es sei denn, dass er nachleuchtet. Werden die Platten langsam gedreht, so bleibt der Körper lange unbelichtet, er muss also lange phosphoresciren, um auf der Netzhaut den Eindruck einer gleichmässigen Helligkeit hervorzurufen; je schwächer seine Phosphorescenz ist, um so grösser muss die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe gemacht werden.

Ein solches Phosphoroskop wird gut funktioniren, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit der Platten eine möglichst gleichförmige ist und sich bis zu einer sehr hohen Tourenzahl steigern lässt; im Innern der Büchse muss jedes Nebenlicht durchaus vermieden werden. Diesen Anforderungen entspricht die von E. Wiedemann angewendete Modifikation des Becquerel'schen Phosphoroskops. Das Laufwerk desselben besteht aus einem System von vier Zahnrädern und drei Trieben. Zwei Zahnräder X und Y von je 140 *mm* Durchmesser greifen an diametral entgegengesetzten Stellen in das Trieb z, das auf gleicher Axe mit dem Zahnrad Z (120 *mm*) sitzt; dieses überträgt die Bewegung auf das Trieb des Zahnrades R (95 *mm*), welches letztere endlich das Trieb p, auf dessen Axe die Büchse des Phosphoroskops aufgeschraubt wird, zum Mitlaufen zwingt. Da alle drei Uebertragungen im Verhältniss 1 zu 10 stehen, so hat das Trieb p die 1000fache Geschwindigkeit der Zahnräder X und Y. Zur Arretirung dient ein auf der gleichen Axe wie p steckendes Röllchen von 20 *mm* Durchmesser, gegen welches mittels eines Excenters eine Bremsfeder gedrückt werden kann.



Das Triebwerk bringt in Folge einer höchst sinnreichen Anordnung einen vollkommen regelmässigen Gang hervor. Auf den Axen x, y der Räder X und Y, mit diesen fest verbunden, sitzen die beiden Treibrollen A und B. In diese, sowie in die unterhalb des Uhrwerks befindliche Aufziehrolle C, sind je drei Nuten eingedreht, während die ebenfalls feste Leitrolle D zwei, und die beiden losen Rollen E und F nur einen Schnurlauf haben. Die Treibschnur ohne Ende ist dreimal um A und B herumgeführt, geht von A aus zur losen Rolle E, welche das treibende Gewicht P trägt, das durch aufgelegte Metallscheiben beliebig vergrössert werden kann, wird dann dreimal um die Aufziehrolle und, um ein Verwirren der einzelnen Windungen zu vermeiden, zweimal um die zwischengeschaltete Leitrolle geführt, läuft herabsteigend um die zweite lose Rolle, welche ein ebenfalls veränderungsfähiges Gegengewicht f trägt und führt dann nach B zurück. Das Spanngewicht sowie das mehrfache Herumwickeln der Schnur um die Rollen haben lediglich den Zweck, die Reibung zu vermehren und die Schnur straff zu halten, um ein Gleiten derselben zu verhindern. Durch die Zulagegewichte wird die Geschwindigkeit regulirt. Die Axe der Aufziehrolle trägt vorn eine Kurbel K und ein Sperrrad, welches durch eine Sperrklinke gegen Zurückdrehen gesichert wird. Um das Werk aufzuziehen wird die Kurbel und mit ihr Sperrrad und Aufziehrolle von links nach rechts gedreht, das

Treibgewicht hebt sich, während das Spanngewicht sich senkt. Ein Stillstehen oder auch nur eine Unregelmässigkeit im Gange des Laufwerks kann hierbei nicht eintreten, da die Zugschnur — in der Figur die äusserste links — immer mit dem gleichen Gewicht, der Hälfte des Treibgewichtes, belastet bleibt. Die Beobachtungen erleiden also durch das Aufziehen keine Unterbrechung. Alle Axen sind aus Stahl und laufen in messinggefütterten Lagern.

Das eigentliche Phosphoroskop ist koncentrisch zur Axe p angeordnet; es gleicht vollkommen dem Becquerel'schen und unterscheidet sich von diesem nur durch die Form und die Anzahl der Scheibenausschnitte, welch' letztere stets einen Gesammtdurchmesser von 80 *mm* haben. Die Durchbohrungen der Seitenwände sind kreisförmig; an die eine ist ein Rohrstutzen angesetzt, in welchem ein zweites Rohr mit einer Linse sich verschieben lässt.

Koncentrirt man mittels einer Linse das Licht auf den zu untersuchenden Körper, so wird nicht nur dieser stark beleuchtet, sondern auch beim Drehen der Scheiben der volle Theil der nach der Lichtöffnung zugewandten Platte; dieselbe reflektirt etwas Licht diffus nach allen Seiten, ein Theil gelangt also auch in die Umhüllungsbüchse, und von dort nach mehrfachen Reflexionen in das Auge. Bei sehr schwach phosphorescirenden Materialien kann dies Nebenlicht die eigentliche Erscheinung überdecken. Um es fernzuhalten, lässt Verf. zwischen Lichtquelle und Büchse noch eine Scheibe rotiren, deren Oeffnungen in gleicher Linie mit denen der ersten lichtdurchlassenden Scheibe liegen; die vollen Theile der letzteren können also vom Lichte nicht getroffen werden. Da indessen die äussere Scheibe bereits ausreicht, um das Licht von der Büchse abzuhalten, so ist die andere innere Scheibe eigentlich bei dieser Anordnung überflüssig. Eine Reihe von Beobachtungen sind auch ohne dieselbe ausgeführt.

Der Apparat ist von dem Mechaniker des Erlanger physikalischen Instituts, Herrn J. G. Böhner ausgeführt und hat sich vortrefflich bewährt. *Pl.*

Neues Centrirstativ.

Von A. Fennel (Fa. Otto Fennel) in Kassel. *Zeitschr. f. Vermessungswesen. 1889. **18.** S. 152.*

Dem Bedürfniss der Geodäsie, bei Kleintriangulirungen und Polygonmessungen eine möglichst genaue Aufstellung des Theodoliten und der Signale zu erzielen, sind neuerdings mehrere Mechaniker entgegengekommen. Die vorliegende Centrirvorrichtung von Otto Fennel in Kassel lehnt sich im Wesentlichen an den Apparat von Hildebrand & Schramm in Freiberg i. S. an, lösst aber die Frage in eigenartiger Weise; der Fennel'sche Apparat dürfte vielleicht etwas leichter zu handhaben sein als der Hildebrand'sche, ersetzt aber die Auf- und Ablothung des Punktes im Boden mittels Fernrohres durch eine weniger genaue Dioptervorrichtung.

Auf dem Kopfe des Stativs ist oben eine Platte derart befestigt, dass sie um eine in den Stativkopfe eingesenkte Halbkugel drehbar und durch zwei senkrecht wirkende Stellschrauben gegen denselben verstellbar ist; Kopf und Platte werden durch eine Feder stets gegen einander gedrückt. Diese Einrichtung erlaubt, mittels einer Dosenlibelle die obere Platte zu horizontiren, ohne dass das Stativ genau horizontal gestellt zu werden braucht. Auf die Platte wird nun die eigentliche Centrirvorrichtung aufgelegt, eine zweite, in ihrem Mittelpunkte mit einem senkrecht zu ihr stehenden Rohre verbundene Platte; das Rohr wird durch die centrale Oeffnung des Stativkopfes und der ersten Platte nach unten gerichtet, ist mit einem Spielraum von 6 bis 10 *cm* verschiebbar und trägt oben ein kleines Visirloch, unten ein Fadenkreuz, stellt also eine vertikale Dioptervisirung dar. Am unteren Ende des Rohrs kann ein Doppelhaken zur Aufnahme eines gewöhnlichen Loths angehängt werden.

Die Handhabung des Apparates ist sehr einfach. Nachdem das Stativ mit Hilfe des Lothes nahezu über dem Punkte aufgestellt ist, wird die mit dem Stativkopfe verbundene Platte und mit ihr die Centrirvorrichtung horizontirt; dann wird letztere so lange verschoben, bis das Fadenkreuz auf dem Punkt einsteht, und endlich die Centrirvorrichtung

von unten her in bekannter Weise festgeklemmt. Die Aufstellung des Theodoliten und der Signale auf dem so centrirten Stativ geschieht in ganz derselben Weise wie bei dem Apparate von Hildebrand & Schramm. *W.*

Universalgalvanometer.

Von A. d'Arsonval. *La lumière électrique 1889. Januar.*

Das Galvanometer ist insofern ein Universalgalvanometer als es ein Wiedemann'sches Spiegelgalvanometer ist, das durch leicht und schnell ausführbare Abänderungen, dem jeweiligen Zweck entsprechend, in ein astatisches (Nobili-) Galvanometer, einfaches Thomson'sches Galvanometer, Differentialgalvanometer, ballistisches oder aperiodisches Instrument verwandelt werden kann. Das Galvanometer besitzt wie das Wiedemann'sche zwei mit verschieden starken Drahtlagen bewickelte, in horizontaler Richtung verschiebbare Spulen; der Spiegel hängt ebenfalls an einem Kokonfaden, der durch ein hohes Standrohr geschützt ist; das letztere trägt, wie bei dem Thomson-Galvanometer, einen drehbaren und vertikal verschiebbaren, bogenförmigen Richtmagneten. Der mit dem Spiegel verbundene Magnet ist ⊓-förmig und wird, wenn das Instrument (z. B. bei Messung sehr grosser Widerstände) astatisch werden soll, durch ein System aus zwei dieser Magnete mit entsprechend orientirten Polen ersetzt. Der kräftig wirkende Dämpfer (für konstante Dämpfung) ist eine starke, cylindrisch ausgebohrte Kupferkugel, in deren Höhlung der Magnet mit sehr geringem Spielraum schwingt und die leicht abgeschraubt werden kann, wenn das aperiodische Instrument in ein ballistisches verwandelt werden soll. Der Kugeldämpfer ist eventuell durch einen cylindrischen Dämpfer ersetzbar, der vermöge seiner eigenthümlichen Konstruktion eine Variation des Dämpfungsgrades zulässt, der Magnet ausserdem durch das für das Thomson-Galvanometer erforderliche Magnetsystem. *B.*

Ueber Widerstandsmessungen mit dem Differentialinduktor.

Von A. Elsas. *Wiedem. Ann. 1888.* ***35.*** *S. 828.*

Der Verf. hält das Misstrauen, das man allgemein in Widerstandsmessungen mittels Differentialinduktor und Telephon setzt, nicht ganz für gerechtfertigt und theilt seine Erfahrungen mit, die er bei mehrmonatlicher Anwendung der Methode gewonnen hat. — Auf einem massiven Eisenkern (von den Dimensionen des Induktionsapparates in der Kohlrausch'schen Telephonbrücke) liegen die beiden gleichgewickelten Spulen (Drahtdurchmesser 0,7 *mm*; 278 Doppelwindungen) und darüber die mit dem Telephon zu verbindende Spule (0,4 *mm*; 2016 Windungen). Die Enden der beiden ersten Spulen führen zu vier Klemmen wie beim Differentialgalvanometer; zur Erzeugung des erforderlichen Wechselstromes diente der Dubois'sche Schlittenapparat. — Bei Widerstandsmessungen metallener Leiter wurde zwischen 10 und 400 S. E. eine Genauigkeit von 0,1 % erzielt. — Flüssigkeitswiderstände konnten nur in Ausnahmefällen (z. B. Bleisalzlösungen zwischen Elektroden von frisch geschabtem Blei) in derselben Weise gemessen werden. Auch die Bestimmung des inneren Widerstandes galvanischer Elemente lässt sich nur unter günstigen Umständen in der Weise ausführen, dass man das Element bezw. die Batterie mit paarweise gegen- und hintereinander geschalteten Elementen wie einen metallenen Widerstand in den einen Differentialzweig bringt, während der andere den Rheostaten enthält. In Wirklichkeit lassen sich Messungen nur an Elementen mit mässiger und konstanter elektromotorischer Kraft, wie Daniell und Meidinger, ausführen. — Die Methode soll sich jedoch auch für Elektrolyse anwenden lassen bei Benutzung von passend konstruirten Gefässen mit drei Elektroden. *B.*

Neue optische Darstellung von Schwingungskurven mit Anwendung auf Telephone, Wechselstrommaschinen u. s. w.

Von O. Frölich. *Elektrotechn. Zeitschr. 1889.* ***10.*** *S. 65.*

Lässt man das Licht einer kräftigen Bogenlampe durch eine kleine Oeffnung und eine Linse auf eine an passender Stelle mit Spiegel versehene schwingende Telephonmembran,

von da auf einen rotirenden Polygonalspiegel und dann auf einen weissen Schirm fallen, so erhält man auf dem letzteren stark vergrösserte, hellleuchtende Bilder der Schwingungskurve des Telephons, wenn die Bewegung des Telephonspiegels senkrecht ist zur Rotationsebene des Polygonalspiegels. Man kann die Bilder durch eine mit Momentverschluss versehene Kammer photographisch fixiren und auf diese Weise alle Wechselstromvorgänge in Maschinen, Kabeln, Elektromagneten, Generatoren u. s. w. verfolgen. — Setzt man an Stelle des Telephons eine einfache Membran mit Spiegel, so lassen sich die Schwingungskurven der menschlichen Stimme, namentlich der Vokale, und der Blasinstrumente sichtbar machen; um die Schwingungskurve eines Violinkörpers, einer Trommel oder einer Stimmgabel zu erhalten, klebt man den Spiegel direkt auf eine passende Stelle des schwingenden Körpers.

B.

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der Vermessungskunde. Von Prof. Dr. W. Jordan. Dritte verbesserte und erweiterte Auflage. Erster Band: Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Zweiter Band: Feld- und Landmessung. Stuttgart. J. B. Metzler.

Das vorliegende Werk, im Jahre 1873 zuerst als Taschenbuch der praktischen Geometrie, dann im Jahre 1877 in zweiter Auflage als Handbuch der Vermessungskunde erschienen, wird gegenwärtig vom Verfasser nach umfassender Neubearbeitung und Vermehrung in dritter Auflage herausgegeben. Die beiden ersten Bände sind der Oeffentlichkeit bereits übergeben und lassen den Plan des Ganzen erkennen. Die neue Auflage stellt eine wesentliche Verbesserung des bedeutsamen Werkes dar. Schon in der äusseren Anordnung des Stoffes tritt ein Fortschritt sofort in die Augen; Verf. hat eine strengere Eintheilung des Stoffes eintreten lassen als in den früheren Auflagen. Der erste Band behandelt die Theorie der Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, der zweite Band bespricht die Praxis der Land- und Feldmessung, der dritte Band endlich wird der Theorie und Praxis der Grad- bezw. Erdmessungen gewidmet sein. Mit dieser systematischen äusseren Anordnung geht vermehrte sachliche Durcharbeitung und Erweiterung Hand in Hand, so dass das Werk in seiner jetzigen Gestalt sowohl für den angehenden Geodäten wie für den erfahrenen Fachmann ein wirkliches Handbuch ist.

Der erste Band giebt nach einer kurzen Einleitung, Ueberblick über die Geschichte der Methode der kleinsten Quadrate, in seinem ersten Kapitel die allgemeine Theorie der kleinsten Fehlerquadratsumme. Der Leser wird hierin sowohl eine Theorie der Methode der kleinsten Quadrate finden, als an der Hand der Theorie eine Einführung in das Verfahren der Ausgleichung von Beobachtungen und, wie gleich hinzugefügt werden darf, eine so praktische Einführung für den Studirenden, wie es von der langjährigen Erfahrung des Verfassers erwartet werden konnte. Nachdem der Begriff des durchschnittlichen wie des mittleren Fehlers, das Fehlerfortpflanzungsgesetz, das einfache wie das allgemeine arithmetische Mittel, die Bestimmung des mittleren Fehlers aus Beobachtungsdifferenzen besprochen ist, wird zur Erörterung des allgemeinen Ausgleichungsprincips übergegangen: es wird die Gauss'sche Elimination, die Theorie der Gewichtskoefficienten gezeigt, der Begriff des Gewichts einer Funktion entwickelt, dann zunächst die Anwendung auf ein Eliminationsbeispiel mit zwei Unbekannten gemacht und später auf beliebig viele Unbekannte übergegangen; es folgen ferner die Behandlung bedingter wie vermittelnder Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen. Stufenweise wird der Leser vom einfachsten Falle zu zusammengesetzteren Verhältnissen weitergeführt; überall erleichtern Rechenbeispiele. Winke über die beste Einrichtung der Rechnungs-Schemata, über Rechnungskontrolen das Verständniss und vermitteln nicht nur die theoretische Erkenntniss, sondern führen auch in die Praxis der Rechnung direkt ein; die Zusammenstellung der Formeln am Schlusse

eines jeden Abschnittes bietet gleichfalls viele Vortheile. — Im zweiten Kapitel beginnt die Anwendung der Ausgleichungsrechnung auf die Praxis, zunächst auf die trigonometrische Punkteinschaltung; hierin wird hauptsächlich die Pothenotische Ausgleichung besprochen, und zwar sowohl für Winkel- wie für Richtungsmessungen. — Das wichtige dritte Kapitel bespricht die Ausgleichung der Triangulirungsnetze. Nachdem die Aufstellung und Umformung der Bedingungsgleichungen, die günstigste Wahl der Seitengleichungen im Viereck besprochen ist, werden die verschiedenen Arten der Triangulirungsausgleichungen erörtert, wobei an Rechenbeispielen die praktische Durchführung der Methode in jedem einzelnen Falle auf das Eingehendste gezeigt wird. Das Badische Netz giebt das Beispiel einer Triangulirungsausgleichung mit Winkelmessungen von gleicher Genauigkeit, das Schwerd'sche Basisnetz dasjenige einer Ausgleichung von Winkelmessungen ungleicher Genauigkeit, sowie nach vermittelnden Beobachtungen; es wird sodann die Ausgleichung einer Triangulirung mit vollen Richtungssätzen, eine Stationsausgleichung mit Winkelmessungen besprochen, sowie die Methode der *Ordnance Trigonometrical Survey* der genäherten Ausgleichung von Richtungsbeobachtungen kurz erörtert; endlich finden die Bessel'sche Methode, sowie die Behandlung von Stationsmessungen mit Winkeln in allen Richtungskombinationen besondere Würdigung. Ein eingehendes Studium dieses dritten Kapitels wird dem Leser ein klares Bild aller Rechnungsoperationen verschaffen. — In den beiden letzten Kapiteln holt Verf. das nach, was er zunächst weggelassen hat, um den Entwicklungsgang des Studirenden nicht zu erschweren. Im vierten Kapitel wird das Gesetz der Fehlerwahrscheinlichkeit behandelt Aus den Sätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung wird der wahrscheinliche, der mittlere und durchschnittliche Fehler entwickelt, die Beziehungen derselben zu einander klar gelegt, die Methode der kleinsten Quadrate durch die Wahrscheinlichkeitsfunktion begründet, sowie eine graphische Darstellung des Fehlergesetzes gegeben. Die Anwendung dieser Theorien auf die Praxis folgt dann im fünften und letzten Kapitel, wo die Theorie der Genauigkeit der geodätischen Punktbestimmung behandelt wird. — Ein Anhang enthält endlich einige Tabellen.

Mit Vorstehendem ist der ganze Inhalt des ersten Bandes nicht erschöpft, sondern nur das Wichtigste kurz hervorgehoben. Es sei noch gestattet, auf einige Punkte hinzuweisen, die dem Referenten im ersten Bande aufgefallen sind: S. 9 wird in den Beispielen zur Berechnung des mittleren Fehlers aus n wahren Beobachtungsfehlern die Fehlerquadratsumme durch $(n-1)$ anstatt durch n dividirt. — S. 230 sagt Verf. bei Besprechung des Näherungsverfahrens der englischen *Ordnance Trigonometrical Survey*: „Das ganze Verfahren bleibt aber doch immer nur eine Näherung, von der man nicht weiss, ob sie unbegrenzt konvergirt, und es ist daher kaum räthlich, die Rechnung mehr als 1 bis 2 mal zu wiederholen.“ Verf. giebt sodann zur Vergleichung des Verfahrens mit der Methode der kleinsten Quadrate als Beispiel die Ausgleichung der Station Lepaizi der Gradmessung in Ostpreussen und findet, dass das Resultat des Näherungsverfahrens von der strengen Ausgleichung bis zu $0{,}34''$ abweicht. Zunächst sei darauf hingewiesen, dass Prof. Helmert in seiner *Ausgleichungsrechnung (Leipzig 1872) S. 154* nachgewiesen hat, dass das Verfahren bei fortgesetzter Annäherung gegen die strenge Ausgleichung konvergirt; allerdings reicht eine 1 bis 2 malige Annäherung hierzu nicht aus, sondern das Verfahren muss, besonders bei grossen Stationen und bei einer grösseren Anzahl unvollständiger Satzbeobachtungen 5 bis 6 mal, öfters noch mehrere Male fortgesetzt werden, führt aber dann immer zum Ziele. Auch das vom Verf. angeführte Beispiel ergiebt nach fünfmaliger Näherung vollständige Uebereinstimmung mit den Resultaten der strengen Ausgleichung; die S. 231 mitgetheilten Werthe scheinen nach Ausführung der ersten Näherung erhalten zu sein. Das Verfahren ist im Kgl. Geodätischen Institut seit längerer Zeit in Anwendung und bewährt sich sehr gut.

Der zweite Band ist der Praxis der Feld- und Landmessung gewidmet. Von den einfachsten Verrichtungen des Feldmessens wird der Leser in den gesammten umfangreichen Betrieb der Feld- und Landmessung eingeführt. Die Instrumente, ihr Gebrauch und ihre Fehlerbestimmung werden eingehend beschrieben und die Beschreibungen durch

zahlreiche Figuren erläutert. Das Verfahren der Messung wird sorgfältig erörtert und die Behandlung der Beobachtungsresultate an der Hand praktischer Beispiele gelehrt, wobei die im ersten Bande entwickelten Theorien ihre praktische Verwendung finden. Ehe wir auf den Inhalt des Bandes näher eingehen, sei allgemein bemerkt, dass das Verfahren des Verfassers, die Figuren innerhalb eines jeden Paragraphen zu numeriren, nicht recht praktisch erscheint; die übliche Durchnumerirung durch den ganzen Band hält Ref. für besser. Ferner beschränkt sich Verf. bei den Beschreibungen der Instrumente auf die in den geodätischen Sammlungen zu Karlsruhe und Hannover enthaltenen Typen; wenn diese Sammlungen auch alle für den Geodäten nothwendigen neueren Instrumente enthalten, so findet bei diesem Princip doch manches Instrument keine Erwähnung, das wegen seiner besonderen Konstruktion hätte berücksichtigt werden dürfen. Doch gehen wir zum Inhalte des zweiten Bandes über. — In einer kurzen Einleitung wird zunächst über Begriff und Umfang der Vermessungskunde, sowie über die in Betracht kommenden Maasseinheiten gesprochen. Verf. nennt hier den tausendsten Theil des Millimeters *Mikromillimeter*, während doch die Bezeichnung *Mikron*, wenigstens für wissenschaftliche Zwecke, allgemein angenommen sein dürfte. Hierauf werden im ersten Kapitel die einfachsten Arbeiten des Feldmessens und ihre Verbindung zu kleineren Aufnahmen besprochen. Die Absteckung von geraden Linien, die Einrichtung von Punkten in eine Gerade und die hierbei gebräuchlichen Apparate, wie Kreuzscheibe, Winkelkreuz und Winkeltrommel, Bauernfeind's Prismenkreuz und Winkelprisma, ferner die Längenmessungen mit Messlatten, Stahlband und Kette werden hier eingehend erörtert. — Der Besprechung dieser einfachsten Messoperationen folgt im zweiten Kapitel die mit ihrer Hilfe auszuführende Berechnung und Theilung der Flächen, Flächenbestimmung durch rechtwinklige Koordinaten, Flächenberechnung von Dreiecken und Vierecken, Theilungen von Dreiecken und Polygonen, Grenzregulirungen u. s. w. Naturgemäss schliessen sich hieran im dritten Kapitel die mechanischen Hilfsmittel für Berechnungen, Planimeter, Rechenschieber und Rechenmaschine. Vielleicht hätte in der Literaturübersicht über Planimeter die wichtige Abhandlung von Amsler über neuere Planimeter-Konstruktionen in *dieser Zeitschr. 1884. S. 11* aufgenommen werden können; ebenso hätte die neue und eigenartige Rechenmaschine von Prof. Sellen (vgl. *diese Zeitschr. 1887. S. 403*) Berücksichtigung finden dürfen.

Verfasser wendet sich hierauf zu den grösseren Aufgaben der Landmessung und zwar bespricht er vorher die für diese Winkelmessung nöthigen Messwerkzeuge. Das vierte Kapitel ist zunächst der Libelle und ihrer Theorie gewidmet. Die vom Verf. definirte Zweckbestimmung der Libelle dürfte nicht ganz richtig sein; Verf. sagt: „Die Libelle dient zur Bestimmung der horizontalen Richtung nach der Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit“; richtiger dürfte es wohl heissen: „Die Libelle dient zur Bestimmung der Horizontalität einer Richtung ...“ denn man bestimmt mit der Libelle nicht die Richtung, sondern die Horizontalität. Der S. 102 beschriebene Libellenprüfer, (das *Legebrett*) ist von C. Reichel in Berlin angegeben worden, was vielleicht hätte erwähnt werden dürfen. Im fünften Kapitel folgt sodann die Theorie des Sehens und der optischen Instrumente, des Fernrohrs und des Mikroskops. — Hieran reiht sich im sechsten Kapitel eine Abhandlung über den Theodoliten, Beschreibung einiger Typen desselben, seine Fehler, sowie Eliminirung und Berechnung derselben. Die Behandlung dieses wichtigen Kapitels ist eine sehr klare und mustergiltige und enthält Alles, was dem Geodäten über den Theodoliten zu wissen nothwendig ist; nur eine kleine, unwesentliche Bemerkung möchte sich Ref. erlauben: S. 175 erfährt der Leser in einer Fussnote, dass einer der besprochenen Theodolite centesimale Theilung hat; wer noch nicht weiss, dass es überhaupt centesimale Eintheilung des Kreises giebt — und unter den Studirenden dürften deren Viele sein, — wird hierdurch überrascht; es würde sich vielleicht empfohlen haben, im Texte einige wenige Worte über alte und neue Theilung des Kreises zu sagen. Die vom Verf. angenommene Bezeichnung für die centesimale Theilung ist dieselbe, wie sie Prof. Foerster in dem Vorworte zu Gravelius' fünfstelligen Logarithmentafeln empfiehlt, während in anderen Tafeln und geodätischen Werken

andere Bezeichnungen gewählt sind; es scheint an der Zeit zu sein, dass hierüber, sowie über allgemeinere Einführung der centesimalen Theilung bestimmte Abmachungen zwischen allen denjenigen, welche getheilte Kreise benutzen, und denen, welche sie theilen, Platz greifen; vielleicht ist auf dem in diesem Herbste zu Heidelberg stattfindenden Mechanikertage Gelegenheit, hierüber zu sprechen. — Nachdem so die für die Winkelmessung nothwendigen Instrumente besprochen sind, geht Verf. zu den Messungen und den Berechnungen derselben selbst über. Im siebenten Kapitel werden Vorschriften über Koordinaten- und Azimuth-Rechnen gegeben. Hieran schliessen sich im achten Kapitel Vorschriften über die Ausführung von Triangulirungen und die Berechnung der Beobachtungsresultate, sowie im neunten Kapitel die Behandlung der polygonalen Züge. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, auf den reichen Inhalt dieser Kapitel näher einzugehen, doch muss wenigstens hervorgehoben werden, dass sie das für die Praxis Nöthige erschöpfend darstellen. — Das zehnte Kapitel ist den Nivellements gewidmet; die neueren Konstruktionstypen der Nivellirinstrumente werden besprochen, die Praxis des Nivellirens und die Behandlung der Beobachtungsergebnisse wird eingehend erörtert. Von den Freihand-Nivellirinstrumenten erwähnt Verf. nur das Wagner'sche und verweist im Uebrigen auf seine interessante Abhandlung (*Zeitschr. f. Vermessungswesen 1887. S. 1,* vgl. auch *diese Zeitschr. 1887. S. 183*), während deren volle Verwerthung vielleicht ganz zweckmässig gewesen wäre. — Die nächsten Kapitel behandeln die Höhenmessung, das elfte die trigonometrische, das zwölfte die barometrische Höhenmessung; im ersteren wird auf die Refraktionstheorie näher eingegangen; besonders dankenswerth ist die ausführliche Angabe der Literatur über Refraktion; im letzteren Kapitel hätten vielleicht auch noch andere Barometerkonstruktionen als die dort beschriebenen Aufnahme finden können, wenn auch zugegeben werden muss, dass für die vorliegenden Zwecke die beschriebenen Typen ausreichen; der Bedeutung des barometrischen Höhenmessens entsprechend ist dasselbe erschöpfend behandelt. — Die folgenden drei Kapitel behandeln verwandte Aufgaben, das dreizehnte die Distanzmessung, das vierzehnte die Tachymetrie, das fünfzehnte die Aufnahmen mit dem Messtisch. Den zahlreichen für diese Zwecke vorhandenen Instrumenten gegenüber musste sich Verf. eine gewisse Beschränkung auferlegen, wenn nicht der Inhalt der Kapitel ein übermässig grosser hätte werden sollen; über die Kreuter-Ertel'schen und Wagner-Fennel'schen Tachymeter spricht sich Verf. nicht mehr so scharf abweisend aus, wie er dies in der zweiten Auflage des Handbuches gethan hat; die vielen günstigen mit diesen Instrumenten gemachten Erfahrungen haben hierzu wohl Veranlassung gegeben. — Das sechszehnte und letzte Kapitel bespricht das Abstecken von Linien. — Zahlreiche Hilfstafeln, Maassvergleichungen und Konstanten beschliessen endlich den Band und bieten für die Praxis werthvolle Hilfe.

Die äussere Ausstattung des Buches, Druck und Papier hat eine bemerkenswerthe Verbesserung erfahren; nur die Figuren lassen immer noch viel zu wünschen übrig; der Verleger hätte hierin wohl dem Bedürfnisse des Lesers noch mehr entgegen kommen können. Hiervon aber abgesehen, wird dem Geodäten, wie der Leser aus dem Vorstehenden ersehen wolle, in der vorliegenden dritten Auflage des Jordan'schen Handbuches ein werthvolles und gegen früher wesentlich erweitertes und verbessertes Hilfsmittel geboten; dem Erscheinen des dritten Bandes muss mit Spannung entgegengesehen werden. *W.*

G. A. V. Peschka. Freie Perspektive in ihrer Begründung und Anwendung. 2. Auflage. 2. Band. Leipzig. Baumgärtner. M. 16,00.

Astrophysikalisches Observatorium zu Potsdam. Publikationen Bd. 4. Stück 6. O. Lohse, Beschreibung des Heliographen. Leipzig, Engelmann. M. 2,00.

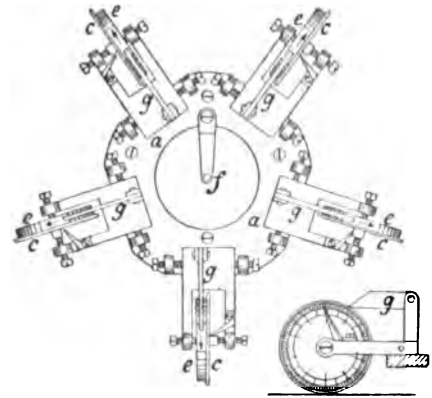
A. Hartwich. Ein Quadratelektrometer mit konstanter Empfindlichkeit. Königsberg. M. 1,50.

E. Schrader. Studien über die Struktur der Legirungen. Theil I. Insterburg. M. 1,80.

Patentschau.

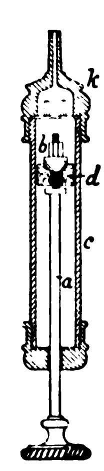
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Messinstrument zur Ermittlung der Längen gezeichneter Linien. Von E. Fleischhauer in Gotha. No. 45727 vom 8. März 1888. Kl. 42.



Das Messinstrument besteht aus einer ungeraden Anzahl gleich grosser, an dem ringförmigen Rahmen *a* gelagerter, mit Skale versehener „Zählrädchen“ *c*, die radial zu dem Fahrstift *f* angeordnet sind und durch Eingriff der vorn geschärften Klinken *g* in eine weiche Gummibandage *e* einseitig gesperrt werden, so dass während der Befahrung nur die vorangehenden Rädchen sich drehen, die anderen auf der Unterlage (Zeichnung) schleifen. Bei der Messung wird das Instrument mit dem Stift *f* auf die zu messende Linie gesetzt und dieselbe einmal vor-, einmal rückwärts befahren, wobei jedesmal der Stand der Rädchen *c*, die nöthigenfalls mit einem Zählwerk verbunden werden können, abgelesen wird. Aus dem arithmetischen Mittel der beiden Ablesungen lässt sich dann die gesuchte Länge feststellen. (Ueber die Genauigkeit dieses Apparates vgl. die Abhandlung von Prof. Hammer, *diese Zeitschr. 1889. S. 130.*)

Injektionsspritze. Von M. Overlach in Frankfurt a. M. No. 45896 vom 27. Januar 1888. Kl. 30.



Die Schraubenmutter *b* ist auf der Kolbenstange *a* in der Weise angeordnet, dass dieselbe bei eingeschobener Kolbenstange in die den Cylinder *c* oben schliessende Kapsel *k* tritt und hier fixirt wird. Je nachdem man alsdann die Kolbenstange *a* nach rechts oder links umdreht, wird der Kolben *d* mehr oder weniger zusammengepresst und in Folge seiner Elasticität mehr oder weniger stark gegen die Wandung des Cylinders *c* gedrückt.

Neuerung an Luftdruck Säurepumpen. Von Wimpf & Schmidt in Bettenhausen-Kassel. No. 45729 vom 13. März 1888. Kl. 12.

Die Pumpen dienen zum Heben saurer oder ätzender Flüssigkeiten. Dieselben bestehen aus einem Thon- oder Cementgefäss *A*, welches mit konischem Boden *a* und der im Boden angeordneten Saugventilöffnung *s* versehen ist. Dieses Thongefäss wird durch einen Deckel *d* nach Einwerfen der Ventilkugel *k* luftdicht abgeschlossen, so dass nur die beiden Zu- und Abgangsrohre *r* und *r'* verbleiben, von denen das letztere als Druckrohr dient und zu diesem Behufe mit einem Ringansatz *i* versehen ist, der für die in Rohr *r'* eingeworfene Ventilkugel *k'* als Ventilsitz dient. Das Zugangsrohr *r* führt zu einem Kompressor, der komprimirte Luft in den Behälter *A* abwechselnd hineindrückt und abwechselnd den gewöhnlichen Luftdruck in demselben herstellt. — Anstatt die Luft aus dem Kompressor direkt durch Rohr *r* in das Pumpengefäss *A* eintreten zu lassen, ordnet man besser in dem zwischen Kompressor und Pumpenbehälter eingeschalteten Windkessel *L* einen nach dem Kompressor zu abgeschlossenen elastischen Beutel *b* an. Es können dann die sich etwa aus der zu hebenden Flüssigkeit entwickelnden Dämpfe nicht in den Kompressor gelangen und dessen Metallwände oder Dichtungen zerstören. Der Kompressor drückt vielmehr nur den elastischen Beutel *b* zusammen und die in dem Pumpenbehälter *A* durch das Saugventil eingetretene Flüssigkeit wird durch das Druckrohr *r'* hinausbefördert. Beim Aufhören des Kompressordruckes bewirkt der Ueberdruck der Flüssigkeit die Füllung des Pumpenbehälters *A*, welcher ganz oder theilweise in der zu hebenden Flüssigkeit steht.

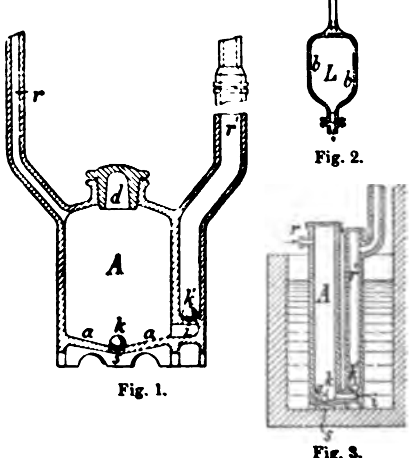
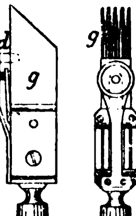


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 3 zeigt insofern eine Abweichung, als bei dieser Konstruktion sämmtliche Dichtungsflächen, sowohl die Deckeldichtung des Gefässes *A*, wie die Deckeldichtung des Druckrohres *r'*, frei ausserhalb der Flüssigkeit angeordnet sind.

Zerlegbarer Druckanzeiger für unreine Gase. Von A. Thomas in West Cowes, Insel Wight und Ph. Thomas in Buckingham, England. No. 46174 vom 28. Juni 1888. Kl. 42.

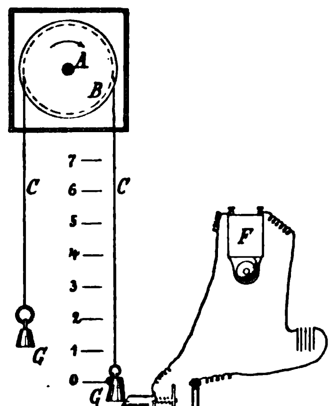
Der zerlegbare Druckanzeiger ist ein Flüssigkeitsmanometer, welches derart eingerichtet ist, dass es zum Zwecke der Reinigung bezw. der Erneuerung der Flüssigkeit bequem auseinander genommen und wieder zusammengesetzt werden kann. Das zu messende Gas wird mittels des Glasrohres *F* zugeleitet, welches in das Glasrohr *A* durch ein Loch des Bügels *G* eingeführt wird. Beide Rohre stehen durch Aussparungen an der unteren Mündung des Rohres *F* mit einander in Verbindung. Rohr *A* ist oben durch den Bügel *E*, unten durch *B* lose gehalten, so dass es leicht entfernt werden kann. Die Skale zeigt den Höhenunterschied der Spiegel in den beiden Rohren.



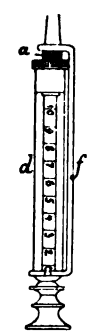
Verstellbare Ziehfeder für Notenlinien. Von R. Händel in Leipzig. No. 46103 vom 18. Juli 1888. Kl. 70.

Die Federn *g* werden durch Keile oder einen Kamm mit keilförmigen Zinken *d* aus einander oder näher an einander gestellt, um sowohl enge als weite Notenlinien mit diesem Halter ziehen zu können.

Weckervorrichtung. Von A. Hoppe in Lennep. No. 45872 vom 27. Mai 1888. Kl. 83.



Die Weckervorrichtung besteht aus einer auf der Axe *A* des Minutenrades einer Uhr befestigten Schnurscheibe *B*, einer darüber gelegten, durch Gewichte *G* straff gehaltenen Schnur *C*, einer nach Stunden eingetheilten Skale, welche derartig angeordnet ist, dass das während des Ganges der Uhr hinabgehende, bis zu einem einer bestimmten Zeitdauer entsprechenden Theilstrich der Skale aufgezogene Gewicht *G* nach Ablauf dieser Zeit ein mechanisches Alarmwerk auslöst oder den Schluss des Stromkreises einer elektrischen Batterie vermittelt und dadurch ein Läutewerk *F* in Thätigkeit setzt.



Medicinische Spritze. Von L. u. H. Loewenstein in Berlin. No. 45852 vom 17. Juni 1888. Kl. 30.

Der Glascylinder *d* ist auswechselbar und kann durch Anziehen der Schraube *a* in dem Bügel *f* befestigt werden.

Mikrophonmembran. Von der Firma Mix & Genest in Berlin. No. 46929 vom 9. Oktober 1888. Kl. 21.

Die Erfindung hat den Zweck, die für Mikrophone am meisten geeigneten Membrane aus dünnem Tannenholz gegen das Werfen und Verziehen in Folge der Wirkung der Feuchtigkeit zu schützen und besteht darin, dieselben beiderseitig mit lose aufgelegten und nur gegen den Rand der Membran abgedichteten dünnen Blättchen aus nicht hygroskopischem, undurchlässigem Material, wie z. B. Glimmer, zu bedecken.

Elektrische Sonde. Von P. Vigil und J. N. Revueltas in Mexico. No. 46740 vom 4. September 1888. Kl. 42.

Die elektrische Sonde dient dazu, um ein Zeichen zu geben, wenn ein Schiff über Untiefen fährt. Sie wird unterhalb des Schiffsbodens an den zu einem Kabel verbundenen Leitungsdrähten aufgehängt und besteht aus einem zum Theil mit Quecksilber gefüllten Rohr aus nicht leitendem Material, welches hinten und vorn mit leitenden Platten geschlossen ist, die in den Stromkreis einer an Bord befindlichen Klingel eingeschaltet sind. Letztere ertönt, sobald das Rohr, in seichtem Wasser auf den Meeresboden treffend, sich neigt und das Quecksilber in Folge dessen die beiden Enden des Rohres leitend verbindet, d. h. den Stromkreis der Klingel schliesst.

Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoffgas auf trockenem Wege. Von C. Jacoby in Berlin. No. 47079 vom 10. Februar 1888. Kl. 26.

Zur Darstellung des Wasserstoffgases verfährt man in der Weise, dass man 1 Gewichtstheil möglichst fein zertheiltes Eisen oder Eisenpulver mit 2 Gewichtstheilen Kalk-, Baryt- oder Strontianhydrat innig mischt und das Gemisch in Röhren, Cylindern, Kästen oder Retorten von Thon oder Eisen bis zum beginnenden Glühen des Gemisches erhitzt. Das Eisen zersetzt die Erdalkalihydrate folgendermaassen: $Fe + Ca(OH)_2 = FeO + CaO + 2H$.

Verfahren, Lederkolben und Ledermanschetten für Petroleum und schwere Mineralöle undurchdringlich zu machen. Von Ch. Dixon Aria in London und O. Chemin in Paris. No. 47104 vom 3. Juli 1888. Kl. 28.

Die zu behandelnden Lederkolben und Ledermanschetten werden zuerst durch ein geeignetes Lösungsmittel von allem Fettstoff gereinigt, darauf getrocknet und in eine Lösung von Guttapercha, Celluloid oder doppelchromsaurer, mit Glycerin vermischter Gelatine getaucht. Die auf die beschriebene Weise behandelten Gegenstände werden sodann getrocknet und das Lösungsmittel dadurch entfernt.

Kontaktapparat für elektrische Wasserstandszeiger. Von A. Schädel in Berlin. No. 46943 vom 4. September 1888. Kl. 42.

Unterhalb eines durch den Schwimmer des Wasserstandszeigers bewegten Stiftrades sind nebeneinander zwei Pendel aufgehängt, die oberhalb ihrer Drehaxe je eine in den Bereich der Stifte des genannten Rades liegende Nase tragen. Diese ist derart beweglich mit dem Pendel verbunden, dass sie ausweicht, wenn sich die Stifte in der einen Richtung bewegen, dagegen das zugehörige Pendel mitnimmt, wenn letztere die andere Bewegungsrichtung haben. Steigt oder fällt der Wasserstand, so bleibt demnach stets ein Pendel stehen, während das andere durch die Nase so weit mitgenommen wird, bis die letztere von dem mitnehmenden Stift abfällt. Nachdem der Stift das gehobene Pendel bezw. dessen Nase verlassen, schwingt ersteres nach der anderen Seite, stösst dort auf eine zum jeweils gehobenen Pendel gehörige Kontaktfeder und schliesst dadurch den das Zeigerwerk bethätigenden Strom.

Kontrolvorrichtung für Manometer. Von R. Gradenwitz in Berlin. No. 47064 vom 27. Nov. 1888. Kl. 42.

Um den schädlichen Einfluss des Spielraums in den Zahnrädern auf die Angaben der Zeiger zu beseitigen, ist statt des Räderwerks ein Riementrieb (mit Stahlband) angeordnet.

Elektrischer Seetiefenmesser. Von A. J. Cooper und E. E. Wigzell in London. No. 47135 vom 28. Oktober 1887. Kl. 42.

Die Bewegungen, welche ein im Lothkörper untergebrachtes Federmanometer (Bourdon-Manometer) bei der Versenkung unter dem Einfluss des hydrostatischen Druckes zu machen gezwungen wird, bewirken in bestimmten Zwischenräumen Unterbrechungen eines elektrischen Stromkreises, in dem das Loth eingeschaltet ist, z. B. dadurch, dass eine Kontaktfeder, welche auf einem vom Manometer angetriebenen, mit Sperrzähnen versehenen Kontakträdchen schleift, von einem Zahn desselben zum andern springt. Bei jeder der Unterbrechungen, deren Zahl mit dem hydrostatischen Druck bezw. mit der Tiefe zunimmt, erfolgt auf elektromagnetischem Wege eine Schaltung des an Bord befindlichen Zählwerks, welches die jeweilige Tiefe anzeigt, in der das Loth angelangt ist.

Für die Werkstatt.

Aluminiumüberzüge auf Metallen. *Gewerbeblatt aus Württemberg 1889. No. 22. S. 190.*

Aluminiumüberzüge auf andern Metallen waren bisher nicht gelungen. Neuerdings hat sich der französische Chemiker Brin ein Verfahren patentiren lassen, welches beliebig starke Ueberzüge von Aluminium auf eisernen Gegenständen herzustellen gestattet. Die zu überziehenden Flächen werden zunächst mit Säure gereinigt und in Boraxlösung getaucht, dann in geschlossener Muffel im Schweissofen erhitzt und der Einwirkung eines Aluminiumsalzes, z. B. Chloraluminium ausgesetzt, welches gesondert in einem Chamottegefäss erzeugt wird, während man die Muffel mit neutralem Gase (Stickstoff) erfüllt. Chloraluminium zersetzt sich und das Aluminium schlägt sich in einzelnen Schichten auf dem Eisen nieder. Die Verbindung soll eine sehr innige sein, da, wie Schnittproben erwiesen haben, an der Berührungsfläche beide Metalle eine Legirung eingehen.

P.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **August 1889.** Achtes Heft.

Vorrichtungen, welche im physiologischen Institut zu Bern bewährt sind.

Mitgetheilt von

H. Kronecker.

(Fortsetzung).

III. Vorrichtungen zur Athmung.

1. Der Respirationsapparat.

Als im Jahre 1877 das physiologische Institut zu Berlin eingerichtet wurde, habe ich in meiner Abtheilung folgenden Apparat für künstliche Athmung anfertigen lassen, welcher zuerst für eine Untersuchung von Herrn Dr. Lamb gedient hat, und in der von Herrn Nicolaides und mir in *du Bois-Reymond's Archiv 1883, S. 32* veröffentlichten Arbeit kurz beschrieben ist. Seitdem sind solche Apparate in verschiedenen Laboratorien der Physiologie, Pathologie und Pharmakologie beständig im Gebrauch.

Der Apparat besteht aus einem Müncke'schen Wasserstrahlgebläse und aus einem (neu konstruirten) Schieberhahn, welcher dazu dient, den kontinuirlichen Luftstrom des Gebläses in beliebigen Intervallen zu unterbrechen. Zur Bewegung des Schieberhahnes ist das aus dem Gebläse abfliessende Wasser dienstbar gemacht.

Müncke's Wasserstrahlgebläse, dessen Zusammensetzung die Fig. 11 (a. f. S.) anschaulich macht, fungirt in folgender Weise:

Wasser lässt man aus der allgemeinen Leitung unter möglichst hohem Drucke durch das Rohr *h* in den etwa 0,35 *Liter* fassenden kupfernen Cylinder *A* strömen. Aus diesem dringt es durch die konisch verjüngt endenden Röhren *a a* in die Mischröhren *b b*, welche mit weiteren Ansatzhülsen *c c* (in Fig. 11a gesondert dargestellt) in die Lufttrommel *B* ragend die Enden von *a a* umgeben. In der Gegend der letzteren sind durch die Hülsen an diametralen Seiten grosse Löcher $u u_1$ gebohrt, welche bei u_1 im Durchschnitt, bei *u* in Ansicht gezeichnet sind. Dahinein wird Luft angesaugt, und demzufolge dringt in den Luftcylinder *B*, der etwa 1 *Liter* fasst, durch das Luftrohr *k* atmosphärische Luft nach. So stürzt Wasser mit Luft gemengt durch die Mischröhren in den etwa 30 *Liter* fassenden Sammelcylinder *C*. Der Wasserluftschaum trennt sich im Sammelcylinder zu einer unteren Wasserschicht und einer darüber stehenden Luftschicht. Das Wasser läuft durch das S-förmig gebogene Abflussrohr *m* erst ab, wenn der Luftdruck dasselbe bis zur höchsten Stelle des Ausflussrohres hinaufgedrückt hat. Das Abflussrohr ist so weit, dass der absteigende Schenkel niemals mit Wasser gefüllt wird, sondern durch die Luftöffnung *n* Luft nachströmen kann, so dass keine Heberwirkung sich geltend macht. Die komprimirte Luft entweicht aus dem Cylinder *C* durch das Luftdruckrohr *d*.

Den Druck in demselben zeigt das Manometer *M* an. Der Luftstrom tritt durch den Lufthahn *l* und das Luftzuflussrohr *e* (Fig. 11) in den Unterbrechungsapparat *U*. Um das Maximum der angesaugten Luftmenge zu erreichen, sind die Mischrohrenden *b* mit Hilfe des Schraubengewindes *t* (Fig. 11a) gegen die konischen Enden *a* verstellbar. So kann der Raum für die nachgerissene Luft beliebig verengt werden. Man erkennt das günstigste Verhältniss daran, dass ein mit dem Luftrohr *k* verbundenes Manometer nahe dem Nullpunkt sich einstellt. Man regulirt durch den Hahn *r* (Fig. 11) nun den Abfluss aus dem Sammelcylinder derart, dass in dem Wasserstandrohr *oo* das Wasser nur eben sichtbar wird, um sicher zu sein, dass nicht Wasser in das Luftausflussrohr *d* dringt. Wenn man den Apparat ausser Thätigkeit setzen will, so möge man den Wasserzuleitungshahn *Z* (Fig. 11) allmälig schliessen, weil sonst das in den Mischröhren enthaltene Wasser durch die im Sammelcylinder komprimirte Luft in die Lufttrommel *B* und in das Luftrohr *k* geworfen werden könnte.

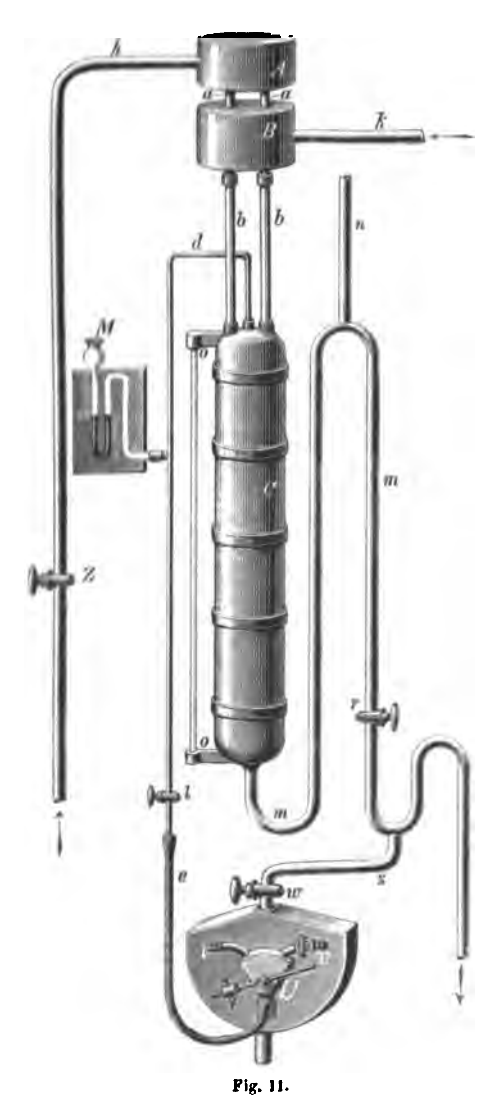


Fig. 11.

Ich habe im hiesigen Institute die durch unsern Respirationsapparat geförderte Luftmenge auf etwa 300 *ccm* pro 1 Sekunde bestimmt. Ich bemerke dazu, dass unser Wasserleitungsdruck im Versuchsraum etwa 7 *Atm.* beträgt. In Städten mit niedrigerem Wasserleitungsdruck würde bei gleichen Injektoren weniger Luft gefördert. Wollte man gleichviel, so müsste man einen Apparat mit drei Injektoren anwenden, wie ich solchen in Berlin im Gebrauch hatte. Die Luftmenge reicht zur Athmung für den grössten Hund oder für mehrere gleichzeitig respirirte Kaninchen. Es sei daran erinnert, dass mittlere Hunde nur etwa 50 *ccm* Luft für jede Respiration brauchen, Kaninchen nach Marckwald's Bestimmungen nur etwa 7 bis 10 *ccm*, bei einer Frequenz von 20 bis 50 Athmungen pro Minute. Der Druck der ausströmenden Luft wird durch die Widerstände des aus dem Mischcylinder verdrängten Wassers bestimmt, kann daher durch Stellung des Hahns *r* (Fig. 11) am Abflussrohr regulirt und soweit gesteigert werden, bis aus dem Steigrohr *n* das Wasser überfliesst. Das Quecksilber im Manometer *M* am Luftrohr giebt den Luftdruck an. Derselbe wird gewöhnlich auf 30 bis 40 *mm* Quecksilber normirt.

Um den kontinuirlichen Luftstrom für die künstliche Respiration tauglich zu machen, war es nothwendig, ihn in passend variabler Weise zu unterbrechen. Hierzu dient der Schaukeltroghahn *U*.

In einer luftdicht geschlossenen Kapsel *P* von der Form eines flachen Cylinder-

ausschnittes, welchen Fig. 11b in halber natürlicher Grösse wiedergiebt, ist um die luftdicht eingelassene Axe *c* eine Speiche *r* drehbar, an deren peripherem Ende ein Reifstück *p* dem Kapselmantel *m* concentrisch anliegt, derart, dass es in der hier gezeichneten Lage das Hahnrohr *e* luftdicht deckt. In einer um 60° in der Bahn des punktirten Kreisbogens nach links gedrehten Stellung schliesst das Reifstück die Mündung des Rohres *i* ab. Das Zuflussrohr *z* bleibt beständig geöffnet. Dieses steht mit dem Luftrohr *d* in Fig. 11 in Verbindung, während das Rohr *i* mit der Luftröhrenfistel des künstlich zu athmenden Thieres verbunden wird und das Rohr *e* in's Freie mündet.

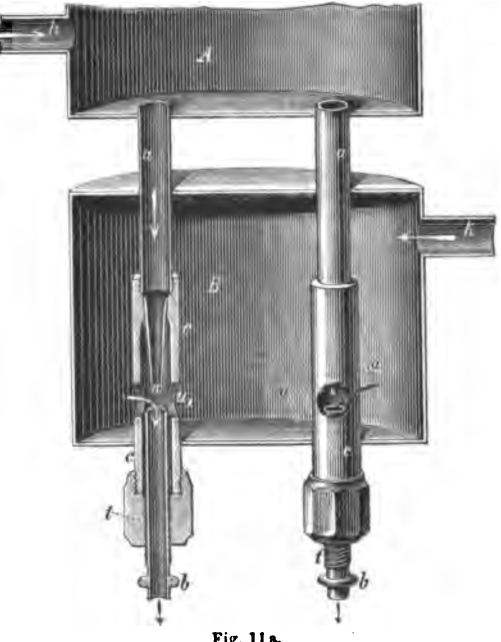


Fig. 11 a.

Den Schieberhahn dreht der Schaukeltrog (Fig. 11 c). Derselbe besteht aus zwei gleichen symmetrisch aneinandergelagerten Ausgussgefässen, deren flache Theile in der gemeinsamen Kante *k* aneinandergrenzen. Die gegenüberliegenden Ausgussseiten *aa* sind behufs koncentrirteren, schnelleren Ausgusses flach konkav abgebogen. Nach der peripheren Wand *a* zu senken sich von der Mittelkante aus die Böden der Tröge in steiler Konkavität. In Fig. 11c ist bei *c* die Axe angedeutet, welche vom Schieberhahn aus in den Abflusssammler *H* sich fortsetzend die Drehaxe des Schaukeltroges bildet. Oberhalb

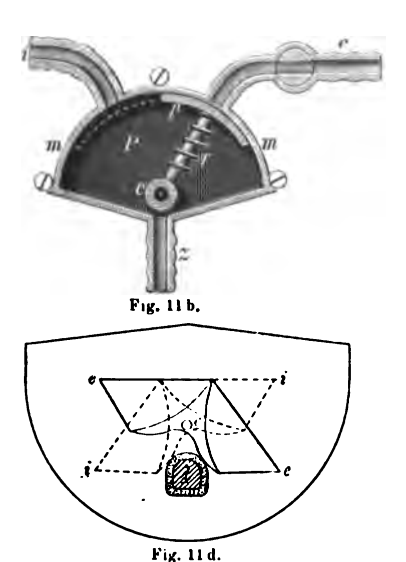


Fig. 11 b.

Fig. 11 d.

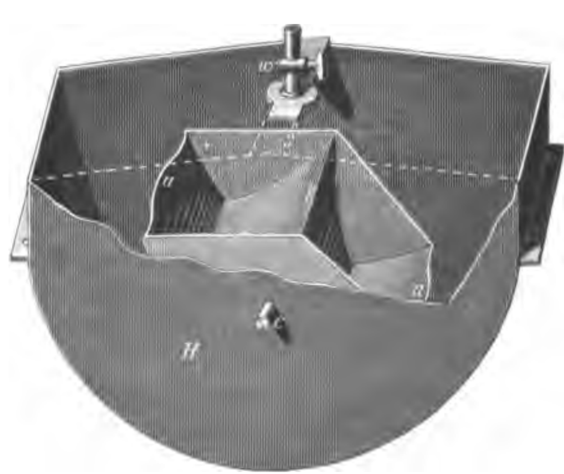


Fig. 11 c.

der Axe liegt der Schwerpunkt des Troges, so dass eine mit Tuch umhüllte Stützleiste *l* (Fig. 11d) den Trog nach beiden Seiten hin vor dem Umschlagen schützen muss. In der Ruhestellung, wie sie in Fig. 11c angedeutet ist, giebt der auf der Stützleiste lagernde Trog dem Schieber des Hahns die Stellung, wie sie Fig. 11b darstellt. Der Weg in's Freie ist der komprimirten Luft abgesperrt, die Leitung

zum Thier offen. Wenn jetzt durch den Hahn *w* (Fig. 11 und 11c) Wasser in die linke Troghälfte fliesst, so sammelt sich dasselbe im tiefsten, peripheren Theile und hebt die rechte Hälfte von der Stützleiste ab, sobald das Lastmoment das Uebergewicht über die leere Hälfte erlangt hat. Die volle Hälfte fällt ihrerseits gegen die Stützleiste, nimmt die in Fig. 11d mit *i* bezeichnete Stellung ein, in welcher der Schieberhahn das Inspirationsrohr *i* in Fig. 11b abschliesst. Sogleich wird aber das Wasser aus dem Trog in das Sammelbecken geschüttet, von wo es in die Wasserabflüsse der allgemeinen Leitung gelangt. Indessen ist die rechte Troghälfte unter den Wasserzuflusshahn gelangt und wird ihrerseits so lange gefüllt, bis sie die leere zu heben vermag. Es ist ersichtlich, dass unter übrigens gleichen Umständen der Doppeltrog desto schneller schaukelt, je mehr Wasser in der Zeiteinheit hineinfliesst. Man kann daher durch Stellung des Wasserhahns die Frequenz der Drehungen des Luftschieberhahns reguliren. — Es ist aber auch nöthig, die Phasen der Ein- und Ausathmung verschieden lang zu machen, und zwar geschieht die Ausathmung bei einem gelähmten Thiere viel langsamer als die Einathmung.

Zu diesem Behufe habe ich auf das Axenende einen Waagebalken mit Schiebergewicht *q* (Fig. 11) befestigt. So kann der einen Seite mehr oder minder starkes Uebergewicht gegeben werden, demzufolge die zufliessende Wassermenge auf der einen Seite entsprechend geringer, auf der anderen um so viel grösser werden muss, bis die Hahnwendung erfolgt. Kaninchen und kleinere Hunde erhalten gewöhnlich 30 Einblasungen in der Minute, wobei die Luft etwa den dritten Theil der Zeit in die Lungen strömt und zwei Drittel zum Ausströmen frei hat.

Es ist vortheilhaft, die durch das Wasserleitungswasser stark abgekühlte Luft auf dem Wege zum Thiere zu erwärmen. Dies bewirke ich einfach dadurch, dass ich die Luft durch ein über der leuchtenden Gasflamme aufgehängtes Kupfergefäss strömen lasse. Ein Rohr der Gaslampenlyra, von der Gasleitung abgesperrt, dient der erwärmten Luft als Weg zum Versuchstisch.

Der ganze Respirationsapparat ist sehr leicht zu reguliren und fungirt viele Stunden lang mit vollkommener Regelmässigkeit, wenn nur der Wasserzufluss konstant bleibt. Dabei arbeitet er recht sparsam, weil das vom Luftgebläse abfliessende Wasser, nachdem es für die Luftverdichtung gedient hat, durch das Leitungsrohr *s* abgezweigt, zum Füllen des Schaukeltroges dient. Es ist daher nicht wie bei anderen Respirationsapparaten ein Motor erforderlich. Schliesslich kann man mit diesem Athmungsgebläse auch beliebige andere Gase als atmosphärische Luft dem Thiere einblasen, wenn man das Aspirationsrohr *k* mit einem Gasometer in Verbindung setzt.

2. Athmungsventil.

Die üblichen Athmungskanülen sind mit einer Seitenöffnung versehen, dem Rosenthal'schen Schlitz, wodurch die überschüssige Luft während der Einblasung entweicht und die Lunge während der Athempause sich entleeren kann. Diese Entleerung wird durch die enge Oeffnung wesentlich gehemmt. Ausserdem ist es nach dieser Methode unmöglich, die eingeblasene Luftmenge zu messen, oder andere Gase von der Atmosphäre abgesperrt dem Thiere zuzuführen. Daher habe ich zum Gebrauch für künstliche Athmung folgendes Schlauchventil konstruirt:

In den rechtwinklig aufgebogenen Schenkel *a* (Fig. 12) einer gewöhnlichen Luftröhrenkanüle ist ein etwas weiteres Rohr *b* angesetzt, aus dem in zwei diametral gegenüberstehenden Mantelstücken zwei grosse Löcher *cc* ausgebohrt sind. In dieses

Rohrstück hinein wird ein zu einem Schlauchventil passend zugerichtetes Stück Fischblase oder Rindsvene *d* je nach der erforderlichen Grösse der Kanüle gehängt. Das Blasenstück wird in seiner Lage erhalten durch ein vernickeltes Drahtgestell, wie es durch *f* in doppelter Grösse der Hauptfigur gesondert dargestellt ist; es besteht aus einem grösseren und einem kleineren Ringe, die durch vier Drähte mit einander verbunden sind. Das Drahtgestell mit seinen beiden Ringen wird in die Blase geschoben und diese auf dem grossen und kleinen Ringe festgebunden, so dass sie der Länge nach ganz schlaff bleibt. Hierauf wird über den oberen Ring ein schwach konischer Schutzring *e* gestülpt, welcher den Darm luftdicht umschliesst. Dieser Ring passt in das konische Ende des durchlochten Rohrstückes. Ueber dieses greift, den Ring niederdrückend, ein verschraubtes Rohrstück *g* mit Ansatz für den Gummischlauch, welcher die Luft vom Athmungsapparat zuführt. Während die komprimirte Luft durch das Schlauchventil strömt, drückt sie die schlaffe Blasenwandung an die Seitenlöcher des Messingrohres und schliesst den Seitenweg. Sobald die Einblasung unterbrochen wird, sinken die Wandungen der geschlitzten Blasenkuppe zusammen und die Luft entweicht aus der Lunge schnell durch die weiten Oeffnungen *cc*. Wenn man die Thätigkeit des Athmungsapparates nicht derart reguliren kann, dass gerade die gewünschte Luftmenge bei jeder Inspiration die Lunge füllt, so schaltet man in den Gummischlauch ein T förmiges Glasrohr *h* ein, dessen seitlich herausstehenden unpaaren Schenkel man mit einem Stückchen Kautschukrohr versieht, das durch eine Schraubenklemme *k* nach Belieben verengt werden kann. Durch diese Seitenöffnung kann die überschüssige Einathmungsluft entweichen, während die Ausathmungsluft durch die Ventillöcher immer noch widerstandslosen Ausweg findet.



Fig. 12.

3. Schlitzhähne zur Mischung von eingeathmeten Gasen.

Die Herzsynkope während der Chloroformnarkose, welche trotz aller Vorsicht so viele Opfer fordert, hat Kliniker und Physiologen veranlasst, Mittel aufzusuchen, um die Gefahr beim Gebrauch des unentbehrlichen Mittels zu vermeiden.

Von Clover, Snow, Sibson, Gansom, Colemann, Junker, Teuffel u. A. sind Chloroforminhalationsapparate angegeben worden, welche durch Mischung der Chloroformdämpfe mit Luft die Gefahr der Narkose abwenden sollten. Ausser dem Clover'schen Sacke, der nur einen beschränkten Vorrath eines während der Narkose nicht veränderlichen Gemenges enthält, sind die von den erwähnten Chirurgen angegebenen Apparate, wie es scheint, nicht geeignet, die Quantitäten der eingeblasenen Luft und des beigemischten Chloroforms genau zu bestimmen.

Nachdem ich das oben beschriebene Wassergebläse zur künstlichen Athmung eingerichtet hatte, verband ich mit diesem Apparate eine Vorrichtung zur kontrolirbaren Anästhesirung. Diese Vorrichtung ist von Dr. Jastreboff verbessert und zu den Ratimoff'schen Versuchen in folgender vervollkommneter Form verwendet worden. (*du Bois-Reymond's Archiv 1884, S. 576*): Jeder Schlitzhahn (Fig. 13) besteht aus zwei hohlcylindrischen Stücken, deren jedes mit einem Ansatz für einen Kautschukschlauch versehen ist. In dem weiteren Cylinderstücke *b* ist das engere *a* luftdicht ver-

schiebbar, dessen Grundfläche bei *c* verschlossen ist. Der Mantel ist durchbrochen von einem 1 *mm* breiten und 10 *mm* langen, axial gestellten Schlitz *d*. Nahe dem Schlauchende dieses engen Rohres ist auf dessen Mantel eine Millimetertheilung von 1 *cm* Länge eingeritzt. — Wenn das enge Rohr aus dem weiteren soviel hervorgezogen ist, dass die ganze Skale bis zum Nullpunkt der Theilung sichtbar geworden ist, so ist der Schlitz von der Innenfläche des umhüllenden Rohres luftdicht gedeckt. Schiebt man das innere Rohr in das äussere, bis die Bodenplatte *c* gegen den Anschlagstift *f* stösst, so befindet sich der ganze Schlitz frei in einer cylindrisch ausgedrehten Höhlung des äussern Rohres *b* derart, dass die Luft aus dem Schlauchstück von *a* zu dem Schlauchstück von *b* durch den ganzen Schlitz strömen kann. Wenn man das innere Rohr, wie es in der Figur angedeutet, bis zum Theilstrich 5 in das äussere schiebt, so ist eine Hälfte des Schlitzes gedeckt, die andere frei, es kann also unter sonst gleichen Bedingungen nur halb so viel Luft durchtreten, wie bei voller Oeffnung. Derart kann man die Luftmenge, welche den Schlitz passirt, bequem abstufen.

Fig. 13.

Wenn man zwei solche Schieberhähne mit den Luftröhren von zwei Waschflaschen verbindet, deren eine Chloroform, deren andere Wasser enthält, andrerseits die freien Enden der beiden Hähne mit einem Gabelrohr, dessen dritter Schenkel mit der Trachealkanüle eines zu anästhesirenden Thieres verbunden ist, so kann man im beliebigen Verhältniss die mit Chloroformdampf gesättigte Luft zur Wasserdampf enthaltenden mischen. Auch zur Chloroformirung oder Aetherisirung von Menschen kann man die beschriebene Anordnung verwenden. Es ist dann vortheilhaft, den dritten Schenkel des Gabelrohrs in eine Flasche münden zu lassen, aus welcher ein zweites Gabelrohr Schläuche mit Eicheln zu den Nasenlöchern des Patienten sendet.

Da die Schieberhähne bei häufigem Gebrauche leicht undicht werden, so hat Herr Mechaniker Müller in Bern ihnen die durch beifolgende Fig. 14 skizzirte Form gegeben. Der Hahn passt sich der üblichen Form an, indem sein konischer Stöpsel, in dem Durchflussrohre drehbar, dieses schliesst und öffnet. Der Hahnstöpsel ist aber hohl, und seine untere kreisförmige Oeffnung mündet in das aufgeschraubte Schlauchstück *a*. Das zweite Schlauchstück *b* ist senkrecht gegen die Längsaxe des Hahns auf ein messingenes T-rohrstück *c* geschraubt, dessen vertikaler Schenkel den Hahnstöpsel umfasst. Da, wo die Axe des horizontalen T-stückes den Mantel des Hahnkonus trifft, ist dieser von einem 10 *mm* langen, 1 *mm* breiten Schlitze durchbrochen. Der Kopf des Hahnstöpsels trägt einen Griff *d* und ist von einem messingenen Sektor *e* bedeckt, der den Millimetern des Hahnschlitzes entsprechende zehn Theilstriche trägt. Ein an der Hahnfassung befestigter Zeiger ist so gestellt, dass, wenn er auf den Nullstrich der Sektorentheilung weist, der Hahnschlitz von dem horizontalen Rohr abgewendet ist, also durch das Hahnfutter hermetisch verdeckt wird. Wenn die Zeigerspitze mit dem



Fig. 14.

Zehnerstrich sich deckt, so ist der ganze Hahnschlitz gegen das Horizontalrohr geöffnet. Wenn man das vertikale Stück mit starkem Gummischlauch umgeben in den einen Tubus einer Woulff'schen Flasche dichtet, während man ein Glasrohr bis in die Flüssigkeit am Boden der Flasche durch den andern verstöpselten Tubulus einführt, so kann man durch das horizontale Hahnstück die in der Flasche entwickelten Dämpfe aspiriren lassen, bezw. durch den Respirationsapparat herausdrücken.

4. Zwerchfellhebel.

Zum Aufschreiben der Athmung bei Kaninchen, welche im normalen Zustande lediglich mit dem Zwerchfelle athmen, dient der von Dr. Marckwald und mir konstruirte Zwerchfellhebel (der in Marckwald's Arbeit: *„Die Athembewegungen und deren Innervation"*, *Ztschr. f. Biologie 1887. S. 156* beschrieben ist). Die Methode ist auch schon darum empfehlenswerth, als nach vorsichtiger Anwendung derselben das Thier ungestört fortzuleben vermag.

Das spatelförmige Ende X (Fig. 15) des kleinen Doppelhebels Z lässt sich äusserst leicht und schonend durch eine ganz kleine Oeffnung in den Bauchdecken und zwar am besten rechts vom Schwertfortsatz des Brustbeins in den Winkel zwischen diesem und dem Ansatz der rechten letzten wahren Rippe am Brustbein in die Bauchhöhle

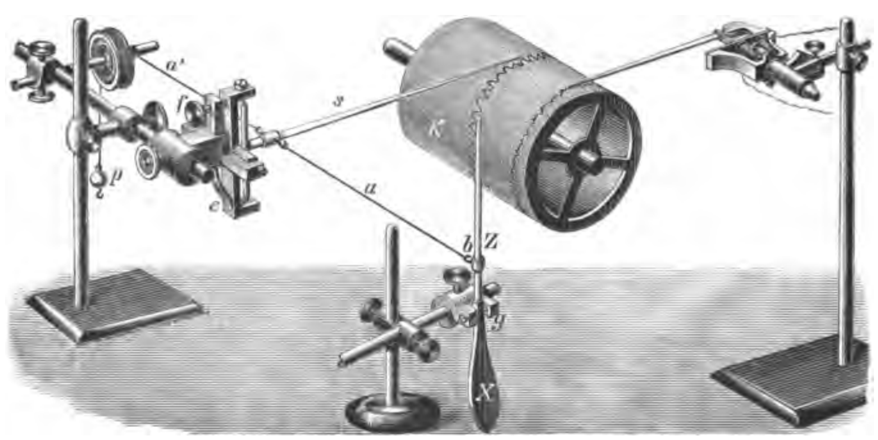


Fig. 15.

einführen, so dass, wenn die Operation mit Hautverschiebung gemacht wird, keine Luft mit eindringt. Der Spatel wird dann mit einer vorsichtig hebelnden Bewegung über die Leber hinweg gegen das Zwerchfell geführt und legt sich dort dem letzteren mit seiner breiten Fläche an, durch die konvexe Fläche der Leber vor dem Abspringen geschützt. An dem oberen Hebelarme ist ein Knöpfchen *b* verschiebbar, an dem ein Häkchen sitzt. Letzteres verbindet ein Seidenfaden *a* mit einem langen Schreibhebel *s*. Damit dieser auf dem um eine horizontale Axe rotirenden berussten Cylinder *K* mit gut regulirbarer Reibung schreibe, wird die Mitte der Gabel (Fig. 15), welche die Hebelaxenlager trägt, von einer senkrecht durch den Lagerträger geführten Axe durchsetzt. Auch diese Axe läuft in Spitzen und ermöglicht eine Verstellung der Drehungsebene des Schreibhebels in darauf senkrechter Richtung. Die Schraube *f* kann die Hebelaxe herabdrücken, während am andern Axenlagerende eine Feder *e* das Hebellager zurückdrückt. Um den Zwerchfellhebel in seine frühere Lage zurückzuziehen, nachdem das Zwerchfell erschlafft ist, dient ein

kleines Gewicht *p*, welches an dem durch die Haken des Hebels geschlungenen, sodann über eine vertikal gestellte Rolle geführten Seidenfaden a_1 (Fig. 15) hängt. Die kleine Gabel *g*, welche die Drehaxe des Zwerchfellhebels hält, und welche dicht über die Bauchdecke zu liegen kommt, wird an die Querstange eines Stativs angeschraubt.

Die Länge des Hebels beträgt 12,5 *cm*, sein Drehpunkt liegt 9 *cm* von der Spitze. Der untere (spatelförmige) Hebelarm ist 3,5 *cm* lang und reicht bei Kaninchen gerade bis in die Mitte des Diaphragma. Der Spatel am Ende des Hebels ist 1,8 *cm* lang und am grössten Querdurchmesser 0,6 *cm* breit.

Wenn der Apparat gut eingestellt ist, müssen die beiden Seidenfäden *a* und a_1 zu beiden Seiten des Schreibhebels eine horizontale Linie bilden, während die kleine Glasfeder auf der waagerechten Trommel des Kymographions die Athemkurven aufschreibt.

5. Verbesserte Quecksilberluftpumpe.

Physiologische Gasanalysen sind ebenso wichtig, wie mühsam und zeitraubend, das letztere darum, weil zu oft wiederholten Malen ein vollkommenes Vakuum hergestellt werden muss, bevor alle Gase aus den thierischen Theilen gewonnen sind. Das Verfahren, welches zuerst Setschenow 1859 auf Ludwig's Anrathen benutzte, um aus dem frischen Blut die Gase zu gewinnen, gründet sich auf die Anwendung der Toricelli'schen Leere. Diese wird in den Geissler'schen Luftpumpen dadurch herbeigeführt, dass ein Quecksilberfüllgefäss mittels starken Kautschukschlauches mit dem zu evakuirenden Hohlraum in Verbindung gebracht wird. Lässt man aus dem mit gasfreiem Quecksilber gefüllten, durch Geissler'sche Hähne luftdicht abgeschlossenen Hohlraum das Quecksilber in das gesenkte Füllgefäss abfliessen, so bleibt über der barometrischen Quecksilbersäule eine Toricelli'sche Leere. Setzt man diese direkt oder durch Pflüger'sche Trockenräume in Verbindung mit dem Blutbehälter, so erfüllen die Gase den Gesammtraum unter niederem Drucke. Man kann nun die im Hohlraum enthaltenen Gase absperren und durch Heben des Quecksilberfüllgefässes in ein Eudiometer verdrängen. Man muss aber diese Procedur sehr oft wiederholen, bevor man die Verdünnung bis zu einem zu vernachlässigenden Grade gesteigert hat. Es sind hierzu 20 bis 30 Hebungen und Senkungen des Quecksilberfüllgefässes erforderlich, abgesehen von der vor dem Versuche nöthigen Luftentleerung der Verbindungsstücke, wie Trockenräume u. s. w.

Um das mühsame und zeitraubende Heben und Senken des Quecksilberfüllgefässes und die Gefahren des Berstens des Quecksilberschlauches zu vermeiden, lasse ich das mehr als Barometer lange Abflussrohr *a* (Fig. 16) des Hohlgefässes *b* nahe dem Boden einer Woulff'schen Flasche münden. In diese wird soviel Quecksilber gegossen, wie nöthig ist, um die Flasche bis über die Mündung des Barometerrohres und das Barometerrohr nebst dem Hohlgefässe *b* zu füllen.

In den Seitenhals *d* der Woulff'schen Flasche wird ein Wasserzuflussrohr gedichtet, welches mit der Wasserleitung in Verbindung steht und durch einen Regulirhahn abgesperrt werden kann. Durch den dritten Flaschenhals *f* ist ein Wasserabflussrohr bis zur Höhe des maximalen Quecksilberspiegels wasserdicht eingefügt. Dieses Abflussrohr ist durch einen Hahn *g* verschliessbar, den man, ohne sich zu bücken, durch die in den Querhebel eingelenkte vertikale Stange drehen kann.

Wenn man den Apparat luftleer machen will, so lässt man Wasser unter dem Druck der Leitung in die Woulff'sche Flasche über das Quecksilber treten

und verdrängt hierdurch Quecksilber im Barometer und Hohlgefäss bis zum Eudiometerrohr *h*. Hierauf schliesst man den Wasserzuflusshahn und den Hohlgefässhahn *i* und öffnet den Abflusshahn *g*. Während das Wasser in das grosse Sammelbecken *k* abfliesst, fällt das Quecksilber aus dem Hohlgefässe bis zur Barometerhöhe. Nachdem man nun den Abflusshahn gesperrt hat, kann man durch Wasserdruck eine neue Auspumpung vorbereiten. Um sich davor zu sichern, dass durch den hohen Wasserleitungsdruck die Pumpe geschädigt oder wohl gar zersprengt werde, schaltet man vortheilhaft ein Sicherheitsventil ein. Dieses besteht aus einem gläsernen Steigrohre *m* von etwa 1 *cm* lichter Weite, welches in einen dann nöthigen vierten Tubulus der Woulff'schen Flasche dicht eingesetzt, bis nahe zum Boden, jedoch nicht ganz so tief wie das Rohr *a*, geführt ist und oben in einen Retorten-förmigen Ansatz *n* endigt. An den Retortenhals setzt man ein Gummirohr *o*, welches in den Eimer *p* das überfliessende Wasser leitet. Das mit Quecksilber gefüllte Steigrohr taucht stets in die am Boden der Woulff'schen Flasche befindliche Quecksilberschicht. Wenn der Abfluss der Flasche geöffnet wird, fällt das Quecksilber im Ventilrohr gleichermaassen wie im Barometerrohr des Luftpumpenhohlgefässes. Wenn nun bei geschlossenem Abflussrohr der Wasserzufluss geöffnet wird, so wird das Quecksilber ebenso, wie in das Hohlgefäss, auch in das Ventilationsrohr hinaufgedrückt. Da aber der Boden des Retortenansatzes *n* im Niveau steht mit der Mündung des Hahnansatzrohres *q* der Quecksilberwanne *r*, so wird, wenn der Wasserzuflusshahn nicht rechtzeitig geschlossen worden, Quecksilber durch den offnen Hahn *i* in die Wanne *r* und gleichzeitig durch das Steigrohr des Sicherheitsventils in die Retorte geworfen. Sobald dann das Niveau des Quecksilbers in der Woulff'schen Flasche bis zum unteren Ende des Steigrohres *m* gesunken ist, dringt durch das letztere Wasser nach und fliesst durch den Hals von *n* ab. Das laute Geräusch des durch das Quecksilber sprudelnden Wassers mahnt auch den Unaufmerksamen, den Wasserzuflusshahn zu schliessen. Wenn man das Quecksilber trocken halten will, so kann man das Wasser vom Quecksilber durch Luft trennen.



Fig. 16.

Die zur Auspumpung bestimmte Flüssigkeit, z. B. Blut, wird nach dem von J. Geppert (*Die Gasanalysen und ihre physiologische Anwendung nach verbesserten Methoden. Berlin 1885*) empfohlenen Verfahren aus den Gefässen der lebenden Thiere in volumetrisch bestimmter Menge aufgefangen. Hierzu dient das durch die Hähne *s* und *t* (Fig. 16a) abgeschlossene Kugelgefäss *u* von 35 *ccm* Inhalt. Das Stöpselrohr des Hahnes *s* wird mit dem Gummischlauch der Gefässkanüle verbunden, während der zweite

Hahn *t* so gestellt ist, dass aus ihm das überschüssige Blut entweichen kann. Hierauf wird die Kugel durch die Hähne abgeschlossen. In den Schliff *v* ist das mit ausgekochtem Wasser von 60° gefüllte Kugelrohr *w* gepasst. Der Schliff *x* wird nunmehr auf den Schliff des Rohres *y* (Fig. 16) gesetzt, welches in das Pflüger'sche Schaumgefäss *A* hinabreicht. Zwischen dieses und die mit Quecksilber gefüllte Hohlkugel *b* ist der Trockenapparat *B* geschaltet, dessen kugelig ausgebuchtete Wandungen und dessen eiförmiger Boden mit Phosphorsäureanhydrit bedeckt sind (mit etwa 100 *g*). Da das ganze System vom Schaumgefäss, Trockenraum und Verbindungsstücken bis zum Greiner-Friedrichs'schen Hahn *i* (mit zwei schrägen Durchbohrungen) durch die Wassersaugpumpe vom Schaumrohr aus nahezu luftleer gemacht worden, bevor der Blutbehälter aufgesetzt worden ist, während das Hohlgefäss sammt Rohr mit Quecksilber gefüllt erhalten wird, so stürzt das Blut durch den geöffneten Hahn schäumend in das Schaumgefäss. Durch das heisse Wasser aus *w* (Fig. 16a) spült man die Blutkugel vollständig aus, mit äusserster Vorsicht darüber wachend, dass nicht durch den nur wenig geöffneten Hahn *z* des Wassergefässes Luft in die Blutkugel dringe. Hierauf sammelt man die Gase des Blutes in bekannter Weise in dem Eudiometer und analysirt sie nach Bunsen's gasometrischer Methode.

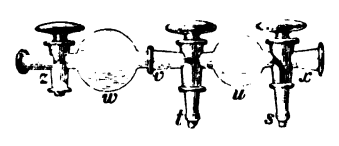


Fig. 16a.

IV. Vorrichtungen zur Blutlauflehre.

1. Kymographion mit Papier ohne Ende.

Nach dem Princip des Morse'schen Telegraphen liess J. Rosenthal (im Jahr 1862) unendliches Papier von einer Vorrathsrolle ab auf einen Kymographioncylinder aufwickeln. Seitdem hat sich in den meisten physiologischen Instituten ebenso wie in den meteorologischen Observatorien diese Methode eingebürgert. Sie ist darum andern vorzuziehen, weil sie gestattet, beliebig lange die zu beobachtenden Vorgänge ununterbrochen zu registriren.

Solche Apparate sind zumal in den physiologischen Instituten von Leipzig und Cambridge ausserordentlich vervollkommnet worden. Auf Ludwig's Veranlassung wird die Geschwindigkeit des fortlaufenden Papieres mittels Friktionsrollen innerhalb weiter Grenzen beliebig verändert und durch Chronographen kontrolirt. Dew-Smith hat in sinnreicher Weise mit dem Zeitschreiber einen Markirer verbunden, indem er den Anker des elektromagnetischen Sekundenschreibers polarisirte, so dass er bei einer Stromrichtung nach oben, bei der andern nach unten die Sekundenzacken schrieb. Ausserdem lässt er sein Schreibröhrchen aus einem untergestellten Tintenfässchen Färbeflüssigkeit nachsaugen, wodurch das lästige Nachfüllen der Zeitfeder wenigstens erspart wird.

Unser Kymographion, welches durch Fig. 17 schematisch dargestellt ist, habe ich möglichst einfach und transportabel folgender Art einrichten lassen: Die Hauptwalze II ist mit dem treibenden Uhrwerke verbunden. Zwischen diese und die federnd angedrückte Walze III wird der Papierstreifen von der Vorrathsrolle I auf die Wickelrolle IV übergeführt. Auf dem obern Ende der Axe dieser Wickelrolle sitzt eine Spule *a*, auf welche eine lange Seidenschnur gewickelt ist, die über das Röllchen *b* geführt mittels eines Flaschenzuges das Gewicht *c* trägt. Dieses hält das Papier auf Rolle IV gleichmässig fest aufgewickelt. Alle vier Rollen stehen auf einem eisernen Kreuzlager einander möglichst nahe. Das einfache Uhrwerk erlaubt,

mittels Windflügelstellung die Geschwindigkeit des Papierlaufes von 0,5 bis 1,5 *cm* in einer Sekunde zu reguliren. Dies möchte für die meisten Zwecke, denen solche Kymographien dienen, genügen. Zeitschreiber $z z_1$ und Markirapparat $m m_1$ sind derart zerlegt, dass nur die Schreibröhrchen mit ihrem gemeinsamen Tintenfässchen an der Walze II stehen. Der zugehörige Elektromagnet z_1 und der Schlüssel m_1 sind auf das Grundbrett *g* verlegt und mit den Schreibern durch spannbare Drähte verbunden. Das Quecksilbermanometer *d* von 2 bis 2,5 *mm* Lumen trägt einen Schwimmer aus Stahldraht mit in das Quecksilber tauchendem Glasröhrchenende. Wo dieses Röhrchen über das Quecksilberniveau hervorragt, ist es nach Ludwig'scher Vorschrift von einem etwa 5 *mm* hohen Hartgummiring umgeben, welcher in das Manometerrohr lose passt. Um auch bei schnellen Schwankungen des Quecksilbers zu verhüten, dass Quecksilber sich über den Hartgummiring drängt, habe ich auf Rath des Herrn Mechaniker Fuess das Glasröhrchen dicht unterhalb des Ebonitringes dünn ausziehen lassen, um die Quecksilberoberfläche zu verbreitern. Hierdurch ist es in der That ermöglicht, dass auch in recht engen Manometern der Schwimmer den Schwankungen der Quecksilbersäule genau folgt. Der Stahldraht ist an der Mündung des Manometers durch eine Führung von drei Schräubchen centrirt. Auf dem obern Ende des Drahtes sitzt mittels eines Basch'schen Glashälschens frei drehbar das Schreibröhrchen, welches durch den Gad'schen Glasfaden mit mindester Reibung am unendlichen Papier lothrecht geführt wird. Nach Angabe von Klebs ist auf die Hauptwalze auch ein berusster Cylinder zu stecken.

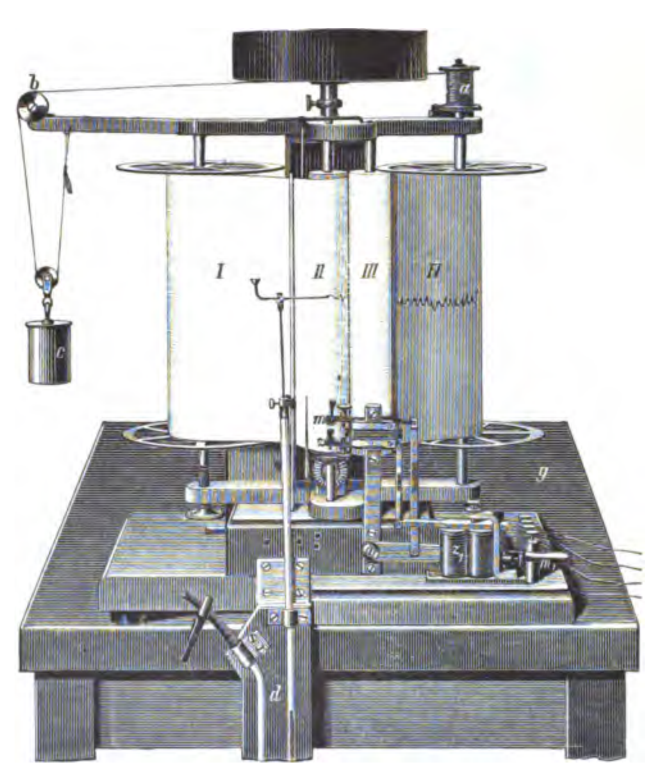


Fig. 17.

2. Froschherzmanometer.

Das Froschherzmanometer, welches in Fig. 18 dargestellt ist, dient dazu, nach der Ludwig'schen Methode den im isolirten Froschherzen wechselnden Druck unter variablen Bedingungen der Ernährung, der Temperatur und des Reizes vermittels eines Glasschwimmers auf der Kymographion-Trommel zu notiren.

Von den vier Glasröhren, welche von dem mit T-förmig durchbohrtem Konus versehenen Hahn *a* ausgehen, stehen zwei unmittelbar mit den beiden Mariotte'schen Flaschen *b* und *c* (in Form graduirter Büretten) in Verbindung, das dritte Rohr nimmt einen Kautschuckschlauch *d* der Perfusionskanüle auf und das vierte *k*, durch einen Quetschhahn verschliessbar, dient als Abfluss für den Inhalt der beiden Büretten. Der

Hahn erlaubt nun, entweder jede der Zuleitungsbüretten (z. B. die eine mit Blut, die andere mit Kochsalzlösung gefüllt) mit dem zu perfundirenden Herzen (im Bade *g*) in Verbindung zu bringen, oder das Herz gegen beide abzuschliessen, wenn es seine Pulse auf das Quecksilber des Manometers *e* übertragen soll. Dieses Manometer trägt einen schreibenden Glasschwimmer, dessen vertikale Stellung durch drei Stellschräubchen *f* regulirt werden kann. Das Herz mit der eingebundenen Perfusionskanüle ist in das Gefäss *g* versenkt, welches in ein U-förmig gebogenes Rohr ausläuft. Dieses wird von einer geschlitzten Hülse gehalten, die mit dem Hahnstativ verstellbar verbunden ist. Der Boden des Gefässes und demzufolge ein Stück des U-Rohres ist mit Quecksilber gefüllt. Ueber diesem bildet im Gefäss physiologische Kochsalzlösung ein Bad für das Herz. Durch das enge Rohr ist in das Quecksilber ein Platindraht geführt, welcher dem Bad und somit der Aussenfläche des Herzens elektrische Ströme zuführen kann, die innerhalb des Herzens von der Metallkanüle aufgenommen und mittels eines Polstiftes in den Ableitungsdraht übergeführt werden.

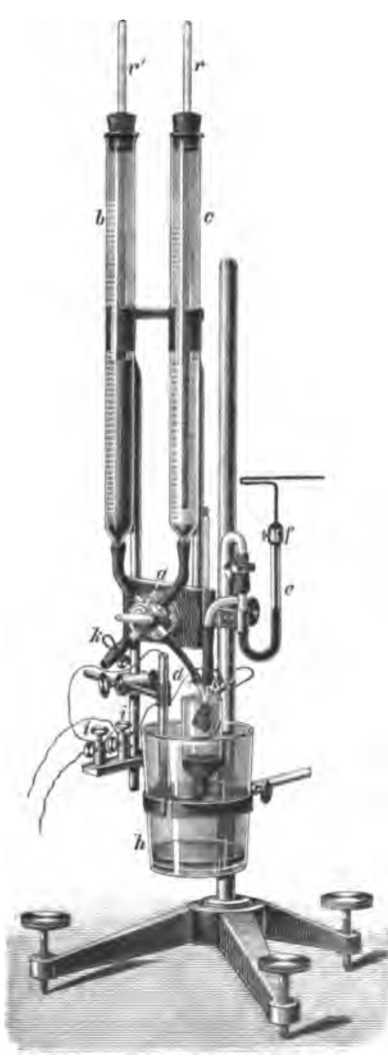


Fig. 18.

Für die Reizungsdrähte, welche zum Bade und zur Kanüle führen, sind isolirte Verbindungsklemmen *i i* am Bürettenhalter angebracht, damit das Herz nicht unter zufälligen Zerrungen leide.

3. Perfusionskanüle.

Um den Ventrikel bequem ausspülen zu können, konstruirte ich die oben genannte, hier in natürlicher Grösse (Fig. 19) abgebildete „Doppelwegkanüle." Das gewulstete Ende *d* wird durch den angeschnittenen *sinus venosus* eines Herzens von Fröschen, Kröten oder Schildkröten in den Ventrikel geführt. Vier Millimeter oberhalb der Mündung des Hauptrohres der Kanüle ist um dieselbe ein Ring gelegt, der als Fixationspunkt für die Ligatur dient. Die Kanüle gabelt sich in zwei Röhrchen *a* und *b*. Eine Scheidewand, welche von der Bifurkationsstelle zur Hauptmündung gezogen ist, sondert das Hauptrohr in zwei ungleiche Abschnitte: derart, dass der Querschnitt *e* in zwei Segmente getheilt wird, von denen das eine ein Drittel, das andere zwei Drittel des Kreisinhalts umfasst. Der grösste der beiden getrennten Längsabschnitte kommunicirt mit dem Gabelrohr *a*, der kleinere mit dem Rohr *b*. Der Kautschukschlauch an *b* lässt durch den engen Röhrenabschnitt die Ernährungs- oder Spülflüssigkeit zufliessen, während der Schlauch bei *a* als Abflussrohr dient und zugleich, bei Verschluss des Abflusshahns, die

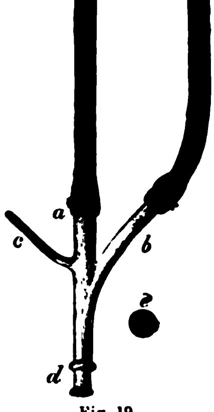


Fig. 19.

Flüssigkeit im Herzen mit dem Quecksilbermanometer in Verbindung setzt. Der an die Kanüle gelöthete Neusilberdraht *c* dient zur Zuleitung elektrischer Ströme.

4. Spektroskopische Doppelkammer.

Um bei diesen Herzdurchspülungen das Blut, bevor es in die Herzkammer gelangt und nachdem es in derselben verweilt hat, spektroskopisch vergleichen zu können, habe ich die nebenstehend in natürlicher Grösse abgebildete Perfusionskanüle (Fig. 20) mit spektroskopischer Doppelkammer angegeben.

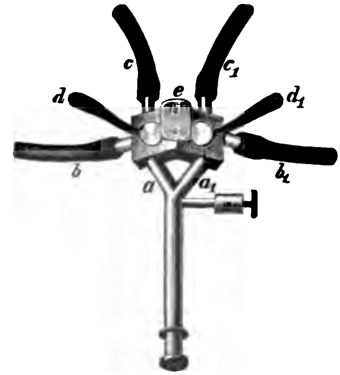


Fig. 20.

Jede Kammer besteht aus einer cylindrischen Kapsel von 1 *mm* Höhe, deren zwei kreisförmige Böden aus geschliffenen Glasscheibchen von 3 *mm* Durchmesser bestehen. Der vernickelte Cylindermantel des Käpselchens ist an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen durchbohrt und ausserdem an einer um 90° von den beiden Löchern entfernten Wandstelle. So stellt dieses kapselförmige Glaskämmerchen einen T-Hahn vor, dessen Bohrungen auf die Oeffnungen der drei Röhrchen *a*, *b* und *c*, beziehungsweise a_1, b_1 und c_1 der Perfusionskanüle passen. Je ein in der Mitte des undurchbohrten Halbkreises angebrachter Hahngriff *d*, d_1 ermöglicht, das T-Hahnkämmerchen in solche Stellung zu bringen, dass entweder *a* mit *b*, oder *a* mit *c*, oder *b* mit *c* kommunicirt. Das Mittelleistchen *e* presst vermöge seiner Schräubchen die Hahnkammern in die zugehörigen Bohrungen. Die beiden Kammern konvergiren stumpfwinklig gegen einander, damit die Lichtstrahlen, welche von der Schnittseite her gegen den horizontal gerichteten Spalt eines Spektroskops sich sammeln, die etwas breite Scheidewand zwischen den Blutkammern verschwinden und derart die beiden senkrecht ausgebreiteten Spektra nur mit schmaler Trennungslinie erscheinen lassen.

5. Herzbad.

Um die Pulsationen des Herzens durch elektrische Schläge anregen, die Temperatur desselben messen, die Füllung aufnotiren und den Inhalt in die Blutkammer hinaufdrücken zu können, dient das verschliessbare Herzbad (Fig. 21).

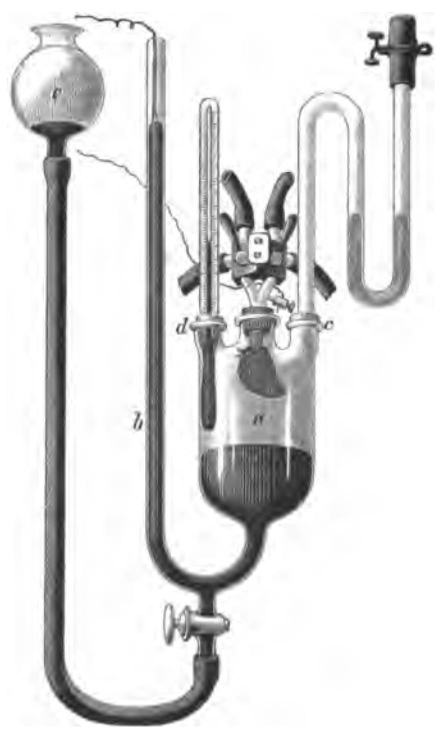


Fig. 21.

Das cylindrische Gefäss *a* endigt, wie das gewöhnliche Herzbad, in ein U-Rohr *b*, welches zur Aufnahme des reizzuführenden Quecksilbers mit eingesenktem Platindraht dient. Die Decke des Gefässes ist von drei Röhrchen durchbohrt, deren mittelster einen eingeschliffenen Glasstöpsel aufnimmt, in dessen Durchbohrung die Perfusionskanüle eingekittet ist. In den einen Seitentubulus *c* ist die untere Mündung eines doppelt U-förmig gebogenen Rohres eingeschliffen, welches als Wassermanometer und Plethysmometer dienend die Volumschwankungen des Herzens anzeigt. Wenn man eine Luftschreibkapsel mit dem freien Ende des Rohres verbindet,

so kann man die Grösse der Diastolen aufnotiren. Den dritten Tubulus *d* verschliesst ein eingeschliffenes Thermometer mit Theilung von 0 bis 45° C. Von dem Rohr *b* her kann man durch ein mit Quecksilber gefülltes Druckgefäss *e* das Herz komprimiren und seinen Inhalt in die Blutkammer pressen, wenn man zuvor den freien Ausweg des Rohres *c* durch Verschluss des ansitzenden Kautschukrohres abgesperrt hat.

6. Herzpulsmarkirer.

Wenn man eine Stecknadel in das Herz eines morphinisirten Thieres sticht, so kann man, ohne dem Herzen irgend zu schaden, dessen Bewegungen äusserlich sichtbar machen. Dieselben kann man leicht aufzeichnen, wenn man durch den Schilfhebel einer Marey'schen Aufnahme-Luftkapsel Löcher (mittels glühender Nadel) stösst. Man stelle die Aufnahmekapsel derart, dass ihr Hebel, der die Kapselmembran nach aussen und innen bewegt, parallel dem Brustbein des auf den Rücken gebundenen Thieres schwingen kann, und bringe das Nadelloch in solche Stellung, dass die hindurchgeführte Stecknadel das Herz da trifft, wo man den Stoss an der Rippenwand am deutlichsten fühlt (im dritten Interkostalraum, etwa 1 *cm* vom Sternum). Mit jeder Systole bewegt sich der Nadelkopf und somit der Hebel nach rechts und oben, im entgegengesetzten Sinne wie die Herzspitze. Wenn die Aufnahmekapsel mit einer gleich gebauten Schreibkapsel verbunden ist, kann man die durch Luftdruck übertragenen Herzpulse nach Frequenz und Verlauf genau aufschreiben. Die Grösse der Systole und Diastole kann freilich durch ein solches Mittel nicht gemessen werden. Die Ausschläge kann man nach Bedürfniss vergrössern, indem man die Herznadel näher dem Drehpunkt des Aufnahmehebels durch denselben führt.

7. Plethysmograph.

Wie das Manometer den Druck, so notirt der Mosso'sche Plethysmograph Volumenvariationen. Dieser Apparat hat für weitere Kreise Interesse gewonnen, weil es Mosso mit Hilfe desselben gelungen ist, nachzuweisen, dass auch psychische Erregungen die Blutfülle in den peripheren Theilen (Arm) des lebenden Menschen merklich beeinflussen.

Das wesentlich Neue an dem in Fig. 22 dargestellten Apparat ist der von mir nach dem Princip des Manometers konstruirte Schreibkasten. Die Volumvermehrung des in dem Rohr *b* befindlichen von Wasser umgebenen Armes wird also durch Steigen einer Flüssigkeitssäule angezeigt. Die Säule wird aber so breit gehalten, dass kein schädlicher Druck zu Stande kommt.

Die kleinen Höhen werden durch einen Hebel vergrössert aufgeschrieben. So kann die umfangreiche Bade- und Schwimmvorrichtung des ursprünglichen Mosso'schen Apparates vermieden werden. An deren Stelle dient ein kubischer Glaskasten *a* von 5 *cm* Kantenlänge zur Aufnahme des aus dem Glasärmel *b* verdrängten Wassers. Dieses strömt in den Glaswürfel durch ein am Boden desselben befestigtes Zuflussrohr *c*. Auf dem Wasserspiegel schwimmt, in den Kasten bequem passend, eine quadratisch geschnittene Platte *d* von möglichst homogenem Korke, durch eine Lösung von Paraffin in Benzin vor dem Aufquellen geschützt. Sie trägt in der Mitte ein dreiseitiges Hartgummiprisma *l*. Wenn die Schneide dieses Prismas, durch das aufsteigende Wasser gehoben, die obere Mündung des Glaskastens übersteigt, so hebt sie einen leichten Schreibhebel *e* von Fischbein, welcher um seine in Spitzen laufende Axe mit sehr geringer Reibung beweglich ist. Die Axenlager stecken in einer Gabel *f*, deren vierkantiger Stiel in einer

passenden Messinghülse *g*, die mit Klemmschrauben versehen ist, horizontal verschiebbar ruht. Diese Messsinghülse sitzt ebenfalls an einem vierkantigen Stiel, der in einer zweiten, auf dem Holzschnitt nicht sichtbaren Messinghülse mit Klemmschraube auf- und abwärts gestellt werden kann. Diese letztere Hülse ist an der Mitte derjenigen oberen Glaswürfelkante befestigt, welche der Schneide des Hartgummiprismas parallel liegt. Der Fischbeinhebel ruht demgemäss auf der Mitte

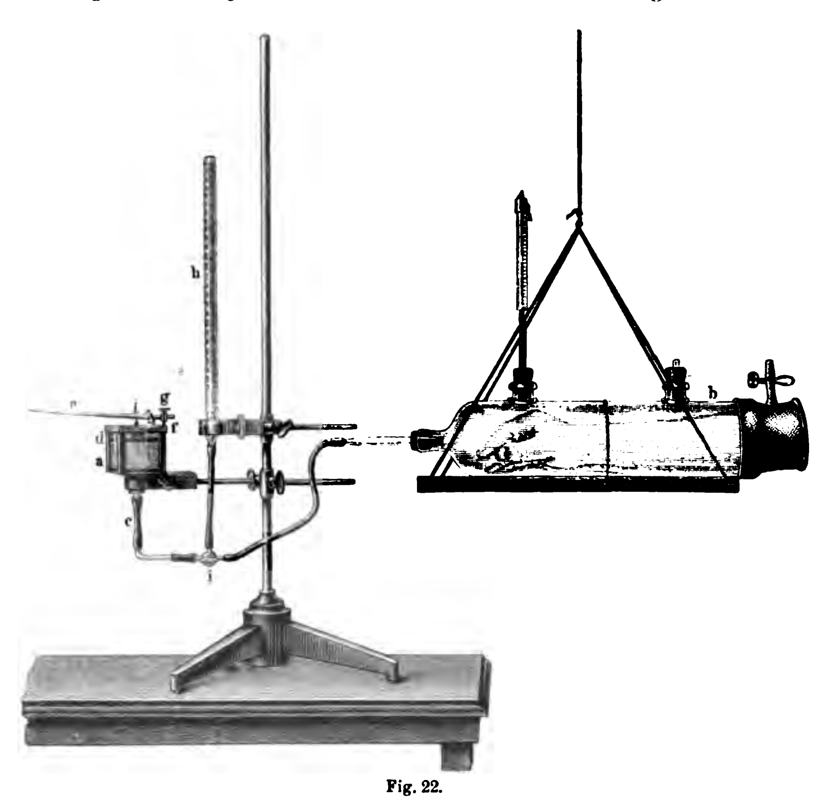


Fig. 22.

der Prismenschneide und zwar kann ersterer seinen Unterstützungspunkt auf dem Prisma näher oder ferner seiner Drehungsaxe erhalten, je nachdem der horizontale Stiel länger oder kürzer gestellt wird. Die Ausschläge des Schreibhebels werden bei gleicher Hebung des Korkschwimmers im ersten Falle grösser.

So kann man die Niveauschwankungen des Wassers im Glaskasten beliebig vergrössert aufschreiben lassen. Die volumetrische Graduirung der Hebelzeichnungen an einer berussten Trommel geschieht leicht mit Hilfe der am gleichen Stative mit dem Glaskasten angebrachten Bürette *h*. Ein T-Hahn *i*, an der Mündungsstelle des Bürettenrohrs in das Plethysmographenrohr angebracht, kann die Bürette mit dem Glaswürfel verbinden und das übrige System ausschalten. Nachdem die Graduirung vollendet und der Apparat gefüllt ist, kann man den Hahn so einstellen, dass er die Bürette absperrt, dagegen den Aermel mit dem Kasten verbindet. Diesen stellt man so hoch, dass der Korkschwimmer den Schreibhebel horizontal hält, dann werden Volumvermehrungen wie Verringerungen gleicherweise notirt. Die maximale Erhebung des Wasserniveaus um 1 *cm* ist zu unbedeutend, um die Bewegung der Blutgefässe im Arm merklich zu beeinträchtigen. Die störende Faltenbildung in der Kautschukmanchette, welche den Glasärmel mit dem Arme wasserdicht verbindet, wird vermieden, indem man die Manchette doppel-

wandig macht und den Hohlraum, zu dem ein enges Kautschukrohr führt, mässig aufbläst. Ein Quetschhahn schliesst das Rohr und hält die Manchette beliebig aufgebläht. Zu starke Spannung derselben komprimirt die Venen, hindert somit den Blutabfluss und mehrt abnorm das Volumen des Vorderarms.

8. Vorrichtung zur Salzwasserinfusion.

Zur Kochsalzwasserinfusion ist für den Menschen die günstigste Koncentration 0,73 %. Eine graduirte Literflasche trägt nahe dem Boden einen wandständigen Tubulus mit Glashahnverschluss zur Aufnahme des 0,5 *m* langen Abflussschlauches. Durch den Flaschenhalsstöpsel ist luftdicht ein Trichterrohr gesteckt, welches durch die Salzlösung bis nahe zum Boden reicht. So haben wir eine Mariotte'sche Flasche, die auch bei sinkendem Flüssigkeitsspiegel immer konstanten Druck hält. An die Stelle des ausfliessenden Wassers treten Luftblasen über den Wasserspiegel in den luftverdünnten Raum. Die Anzahl der Blasen lässt leicht die Schnelligkeit des Ausflusses schätzen. Die an diametralen Wandstellen gravirten Theilstriche gestatten, den Wasserstand mit Vermeidung der Parallaxe abzulesen. Um Einführung von Keimen zu vermeiden, kocht man das einzuführende Wasser und löst darin das in Gläschen abgemessen aufbewahrte Kochsalz. Damit keine Keime aus der Luft in die Salzlösung gesaugt werden, kann man das Trichterrohr lose mit Sublimatwatte decken. Die Flasche kann man zur Sicherheit mit 0,1 % Sublimatlösung gefüllt aufbewahren, ebenso in einem Präparatenglase den Leitungsschlauch und die Venenkanülen; oder man lässt vor dem Gebrauch 1procentige Sublimatlösung durch das fertig verbundene System fliessen und kurz vor der Infusion gekochtes Wasser, bis man den Sublimat nicht mehr schmeckt.

Man bindet in das zentrale Ende einer freigelegten Arm- oder Halsvene eine passende Glaskanüle aus der zum Apparate gehörigen Sammlung, verdrängt durch die beigegebene feine Glaspipette, die man voll Kochsalzlösung saugt, die Luft aus der eingebundenen Kanüle, verbindet die gefüllte Kanüle mit dem gefüllten Schlauche der Salzwasserflasche und lässt etwa 5 bis 10 *ccm* pro Sekunde in das anæmische Herz fliessen. Dabei massirt man kräftig den ganzen Körper, zumal die Baucheingeweide, damit alle Blutreste mit dem eingeführten Vehikel, der Kochsalzlösung, gemischt cirkuliren. Es ist besser, zu viel Salzwasser zu infundiren als zu wenig, die überschüssige Kochsalzlösung wird durch die Nieren ausgeschieden. Die abgesperrte Venenkanüle sollte nicht entfernt werden, bevor der Blutdruck (Puls) nicht dauernd sich gehoben hat.

9. Elektrischer Pendelhahn.

Um die Wirkungen des regelmässig intermittirenden Druckes auf die Gefässe zu untersuchen, hat Dr. Hamel 1888 einen nach meinem Plane konstruirten Pendelhahn benutzt.

Ein schweres Sekundenpendel *P* (Fig. 23) ist mittels eines Stahlprismas auf hartem Lager mit geringer Reibung drehbar aufgehängt. Durch seine Schwingungen bewegt es die Zinken *z* einer Drahtgabel, welche am Griffe eines Glashahns *H* befestigt ist. Dieser wird hierbei hin- und hergedreht und dadurch die Leitung der Infusionsflüssigkeit geschlossen oder geöffnet, welche von der Mariotte'schen Flasche *B* zum Versuchspräparat *k* führt. Unterhalb der etwa 1 *kg* schweren Linse des Pendels ist ein Eisenanker *A* befestigt, welcher von dem Elektromagneten *M* festgehalten werden kann. Dieser Magnet wird thätig erhalten durch sechs Daniell'sche

Elemente *E*. In den Kreis ist ausserdem eine Bowditch-Baltzar'sche Reizuhr *U* eingeschaltet, deren Kontakt in beliebigen, regelmässigen Intervallen (gewöhnlich 4 Sekunden) den Strom öffnet. Im Moment der Oeffnung wird das Pendel vom Elektromagneten, der es vorher festgehalten hatte, losgelassen, öffnet den Glashahn, pendelt zurück, schliesst den Hahn und wird von Neuem von dem wieder errregten Magneten aufgefangen. Dieser Vorgang erneuert sich bei jeder Stromesöffnung und kann stundenlang selbstthätig fortgehen. Hervorzuheben ist dabei noch, dass durch die Drehung des gläsernen Stellhahns der Flüssigkeitstrom einfach abgestellt wird und nicht etwa, wie bei einer Quetschvorrichtung, deren zu rhythmischen Stromunterbrechungen mannigfache angewendet worden sind, das Moment des Schlusses neue Impulse schafft.

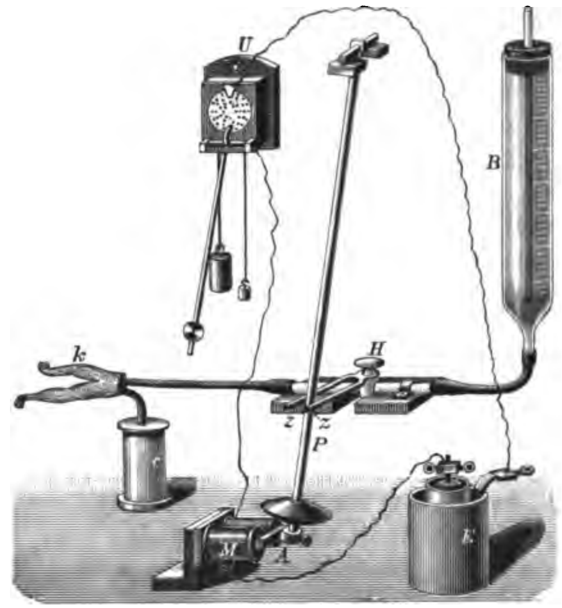


Fig. 23.

10. Venenaspirations-Schema.

Der Strömungsvorgang wird in Flüssigkeiten bekanntlich so lange unterhalten, als noch Druckdifferenzen bestehen, deren Ausgleich nicht andere Kräfte sich widersetzen. Der Stromantrieb wird gewöhnlich durch einen hydrostatischen Druck gegeben und durch die Höhe der lastenden Wassersäule gemessen, oder er wird durch einen negativen Druck (z. B. Saugwirkung der Flüssigkeitssäule im tiefern Heberschenkel . . . .) geschaffen. Eigentlich ist der negative Druck auch nur als Zuwachs zum positiven zu betrachten. Es wird nämlich bei dessen Anwendung die Spannung der atmosphärischen Luft an einer Stelle entweder zum Theil oder ganz durch eine andere Kraft (Quecksilber oder Wassersäule im langen Heberschenkel, gezogener Pumpenstengel, aufschwellender Kautschukball, verdünnte Luft u. s. w.) aufgehoben und hierdurch an den der Luft zugänglichen Stellen des Stromgebietes ein positiver Druck in Freiheit gesetzt, der gleich der Differenz zwischen der Quecksilberhöhe im Barometer und der Höhe der saugenden Quecksilbersäule (oder ihrer Aequivalenten) ist. Solches Disponibelmachen des atmosphärischen Druckes nennen wir der Kürze halber „Saugen.“ Es kann deshalb die Saugkraft nie grösser werden, als die einer Atmosphäre.

Bilden wir, um die Anschauung zu vereinfachen, einen annähernd linearen Strom, d. h. schliessen wir die Flüssigkeit in ein cylindrisches Rohr, so addiren sich Saug- und Druckkräfte, wenn sie auf die entgegengesetzten Enden der beweglichen Säule wirken. Es wird also (abgesehen von Reibungswiderständen) der Strom um so schneller sein, je grösser die Drucksummen, gleichviel, wie diese Summation bewerkstelligt wird. Dieses Gesetz gilt für Ströme in starren Röhren. In biegsamen Schläuchen erleidet der Strom beträchtliche Störungen, wenn zu den Druckkräften saugende kommen. Solche Fälle sind aber in der beobachtenden, wie in der experimentellen Physiologie nicht selten.

So unterliegt die Wandung der Gefässe, welche aus weicher Umgebung in die Brusthöhle eintreten, von innen her dem Drucke des Blutes, von aussen demjenigen der Atmosphäre, während innerhalb der Brusthöhle zur Inspirationszeit ein unteratmosphärischer Druck herrscht und somit auf alle mit dem starren Brustkorbe in Verbindung stehenden leicht verschiebbaren Theile merklich saugend wirkt: „daher dringt während der Einathmung immer Luft durch die *vena jugularis* des lebenden Thieres in dessen Herz, wenn man sie blossgelegt und ihre Wand so durchschnitten hat, dass sie klaffen kann“ (Ludwig's Lehrbuch der Physiologie). „Wirkt ein höherer Druck auf die Aussenfläche der Vene als auf ihre Innenfläche, dann muss sie zusammenfallen, und der Blutstrom muss dadurch vorübergehend hinter der kollabirten Stelle aufgehalten werden. Hier wird sich dann das Blut anhäufen und unter einen höheren Druck kommen.“ (Donders, *Physiologie des Menschen*).

Wer künstliche Transfusionen durch thierische Organe geleitet hat, welche nicht in Behältern gegen Schwankungen des Luftdruckes geschützt waren, wird auch wahrgenommen haben, dass durch Saugvorrichtungen, die an der Vene angebracht sind, die Cirkulation nicht begünstigt, sondern eher behindert wird. Es wird eben durch die angesetzte fallende Flüssigkeitssäule der Druck im Veneninnern an der Ausflussseite vermindert und die atmosphärische Pression tritt an allen ihr ausgesetzten Orten in Aktion, verengt oder verschliesst das Lumen der Blutader. Heynsius hat in Folge von Experimenten, die im Utrechter physiologischen Institute ausgeführt wurden, den Satz aufgestellt, dass: „je stärker die Aspiration im Verhältniss zum Drucke werde, um so mehr die Verengerung (eines elastischen Rohres) zunehme. Er kam zu diesem Resultate mit Hilfe eines Apparates, „worin eine Flüssigkeit durch positiven Druck in eine zwischen einem Druckgefäss und einem Aspirator befindliche elastische Röhre eingetrieben, durch negativen Druck aber wieder aspirirt wird“. (Donders *a. a. O. S. 152*). Donders giebt, hierauf gestützt, folgende Norm für den Verschluss der *vena jugularis* oder deren Durchgängigkeit. „Nennen wir den auswendigen Druck auf die Vene a, den negativen Druck durch Aufsaugung vor der kollabirten Stelle b, den positiven Druck hinter der kollabirten Stelle c, so wird die Vene sich wieder öffnen und das Blut von neuem durchströmen lassen, wenn $c-b$ grösser wird als $b-a$.“ Die Regel, welche für elastische Gummiröhren gelten mag, deren Wandspannung erst durch Druck von 20 bis 200 *mm* Quecksilber überwunden wird, ist aber nicht anwendbar auf Venen, deren Wände durch 10 *mm* Wasserdruck komprimirt werden.

Bei diesen hängt die Durchgängigkeit wesentlich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher der negative Druck zu wirken beginnt. Ohne das Verhältniss des positiven und negativen Druckes zu ändern, z. B. bei gleich grossem positivem und negativem Drucke, kann die schlaffe Röhre durchgängig bleiben, oder völlig ventilartig sich schliessen, je nach der Geschwindigkeit der Bewegung der Flüssigkeiten.

Folgende Vorrichtung (Fig. 24) dient dazu, das Gesagte sehr einfach zu veranschaulichen.

Ein Glasrohr von etwa 1 *cm* Durchmesser ist zu einem rechtwinkligen, gleichschenkligen Dreiecke mit abgerundeten Winkeln zusammengebogen. Die Länge jeder Kathete misst etwa 50 *cm*. Aus der Hypotenuse G ist ein Rohrstück von 20 *cm* Länge herausgeschnitten und durch ein Stück in Wasser nnd Alkohol gewaschenen Kaninchendarmes G ersetzt. Durch ein T-Rohr, welches noch in die Hypotenuse eingefügt ist, kann das Röhrensystem mit Flüssigkeit gefüllt und dann

wieder mittels eines am Eingusse angebrachten Quetschhahnverschlusses H_3 abgesperrt werden. Das Darmstück ist von einem weiten Glascylinder umgeben, in dessen Mitte zwei diametral gegenübergestellte durch Hähne (H_1 und H_2) absperrbare Röhren eingeblasen sind. Die Grundflächen dieses Cylinderstückes sind durch Kautschukstöpsel gedichtet, durch deren mittlere Bohrungen die Hypotenusenröhrenenden gesteckt sind, bevor sie durch das Darmstück verbunden worden. Das System wird mit Hilfe eines Holzrahmens derart an einem Stativ befestigt, dass man es in einer vertikalen Ebene drehen und in jeder Stellung befestigen kann. Der feste Drehpunkt liegt dicht am Scheitel des rechten Winkels. Anfänglich wird die Hypotenuse horizontal, der rechte Winkel nach unten gestellt; die Kathetenrohrstücke werden bis zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt, und dann wird die betreffende Flüssigkeit (z. B. Wasser oder Blut) zugegossen, bis alle Luft aus dem ganzen Rohrgebiete verdrängt und das eingeschaltete Darmstück schlaff gefüllt ist. Sobald jetzt das Dreieck gedreht wird, so dass die eine Kathete horizontal, die andere also vertikal zu stehen kommt, beginnt die gesammte Flüssigkeit im Systeme von der vertikalen Kathete nach der horizontalen hinzuströmen. Als Motor wirkt die Quecksilbersäule von beiläufig 25 *cm* Höhe im vertikalen Kathetenrohr, und zwar drückt sie im positiven Sinne gegen die andere Kathete hin, im negativen Sinne (saugt) gegen die benachbarten Hypotenusentheile. Bei mässig schneller Drehung währt der Fluss einige Sekunden; die Quecksilbersäule sinkt um einige Centimeter, aber bald tritt eine Stauung ein. Das Darmrohr faltet sich am Abflussende zusammen und bildet ein Schlauchventil, welches das Lumen völlig schliesst, während das Zuflussende ein wenig bauchig geschwellt erscheint. Wendet man nun das Dreieck in entgegengesetzter Richtung, so dass die bisher vertikale Kathete in die horizontale Lage kommt, und die zuvor horizontale vertikal steht, so öffnet sich das gefaltete Ende des Schlauchs sogleich und es schliesst sich bald darauf das nunmehrige Abflussende. Je schneller die Drehung erfolgt, um so plötzlicher und vollkommener bildet sich der Ventilabschluss, so dass der weiche Darm bald gedehnt wird und das angesaugte Ende sich in das Glasrohr hineinstülpt. Neigt man aber ganz allmälig das Dreieck, so strömen die Flüssigkeiten mit geringerer Geschwindigkeit, aber längere Zeit, so dass die Quecksilbersäule aus dem vertikalen Schenkel nahezu, oder vollkommen in den horizontalen hinüberläuft. Das Darmstück ist während dieses Vorgangs konisch verengt. Wenn man den schlaffen Darmschlauch vor Luftzutritt schützt, indem man die Stücke des ihn umhüllenden Glascylinders luftdicht schliesst oder, besser noch, mit Wasser füllt, so kann man keine der vorhin beschriebenen Erscheinungen wahrnehmen. Es strömen dann die Flüssigkeiten in der gewünschten Richtung um so geschwinder, je schneller man die Drehung ausführt, ohne dass am Darm sich irgend eine Veränderung zeigt. Der Luftdruck ist es also, welcher die eigen-

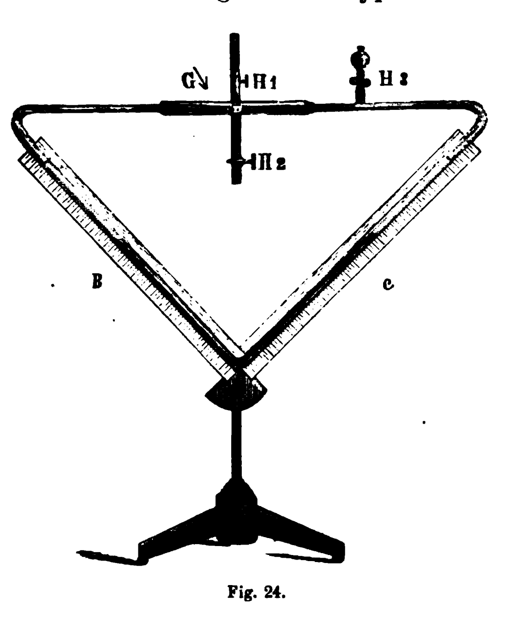


Fig. 24.

thümlichen Veränderungen in der Weite des freien Schlauches verursacht. Aus der Art, wie mit der Geschwindigkeit der Anfangswirkung der Effekt des Luftdruckes in verschieden vollkommener Weise sich geltend macht, müssen wir schliessen, dass nicht die Grösse des negativen Druckes für den Effekt maassgebend ist, sondern die Beweglichkeit der strömenden Flüssigkeit. Wenn nämlich im Anfang der negative und gleichzeitig der positive Druck steil anwächst, so vermag die durch viel Widerstände gehemmte tropfbare Flüssigkeit nicht so schnell dem Impulse zu folgen, wie die leicht bewegliche atmosphärische Luft und die sehr nachgiebige Rohrwand. Hierdurch wird an derjenigen Stelle des schlaffen Schlauches, welche dem Saugende zunächst liegt, eine Verengerung herbeigeführt, welche den Widerstand gegen die Strömung noch vermehrt, — somit die Flüssigkeitsmenge, welche in der Zeiteinheit dem starken Saugzug der hohen Quecksilbersäule folgen kann, vermindert. Derart werden die jetzt schlaffen Schlauchwandungen von der Atmosphäre nachgedrängt, während der positive Druck — durch die Stauung nicht vermehrt — nur die in die stromaufgelegenen Theile des Schlauches verdrängte Flüssigkeit dort festhält.

V. Vorrichtungen zur Wärmelehre.

1. Erwärmungslager für Thiere.

Den Wärmeapparat (Fig. 25) habe ich konstruiren lassen, um die Körpertemperatur eines Thieres während eines länger dauernden Versuchs konstant zu

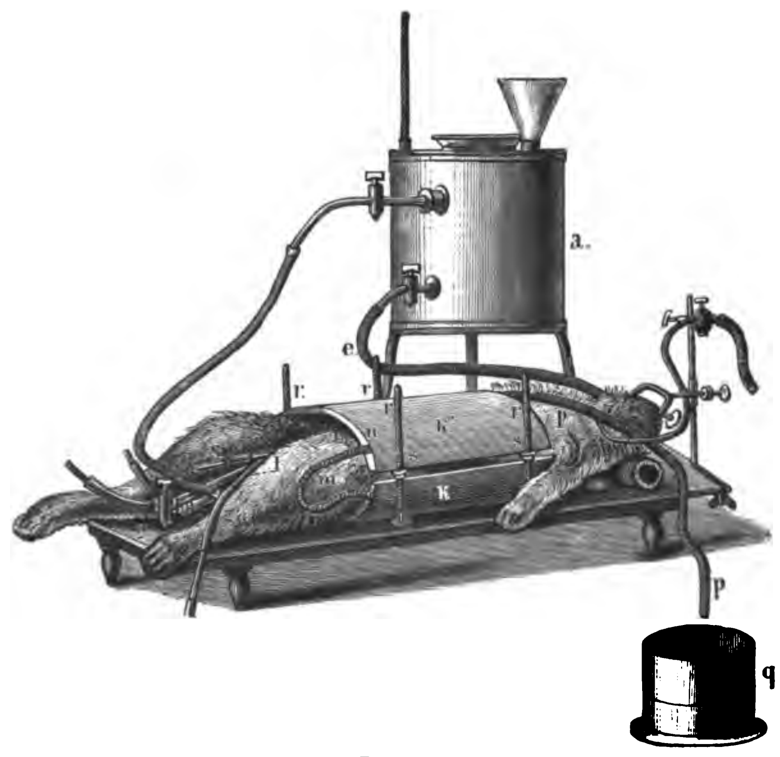


Fig. 25.

erhalten, oder auch nach Belieben zu verändern. Er wurde zuerst von Dr. Lamb (1882) und dann von Prof. Frommel angewandt und in der *Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie VIII.* beschrieben. Ebenso beschrieb ihn Dr. Jastreboff 1884 in *du Bois-Reymond's Archiv.*

Der Wärmeapparat (Fig. 25[1]) besteht aus zwei geschlossenen, beinahe halbcylindrisch gebogenen Blechkästen *k* und *k'*, die mit ihren Längskanten aufeinander gelegt ein weites Rohr von fast ovalem Querschnitt bilden, in welchem der ganze Rumpf des Versuchsthieres bequem Platz findet. Der eine Kasten wird dem Thiere an den Rücken gelegt, der andere an den Bauch. Aus einem Warmwasserbehälter *a*, dessen Temperatur auf gewünschter Höhe gehalten wird, fliesst Wasser durch den Schlauch *e* in den untern Hohlcylinder, aus diesem durch den Verbindungsschlauch *m* in den oberen und endlich durch den Schlauch *p* in das Gefäss *q*. Von dort wird es stets wieder in den Warmwasserbehälter geschüttet. Damit der Apparat von unruhigen Thieren nicht verrückt werde, schiebt man durch vier nahe den Ecken jedes gewölbten Blechkastens angelöthete Drahtösen vier mit Gewinde versehene und am Kaninchenbrett angeschraubte Messingstäbe *r*, *r*. Ist das Thier zu dick, um von den aufeinander lagernden Halbcylindern umfasst werden zu können, so dienen vier Schraubenmuttern *s*, *s* an den vier Stäben dazu, die vier Oesen des oberen Halbcylinders und damit diesen selbst in beliebiger Höhe über dem unteren zu halten.

2. Haut- und Schluckthermometer.

a) Hautthermometer.

Herr Dr. Lamb hat bereits im Jahre 1878 zu seinen Untersuchungen über Temperaturen an peripheren Körperstellen Quecksilberthermometer verwendet, deren Gefäss aus einer horizontalen Glasspirale besteht, aus derem centralen Ende sich vertikal das Skalenrohr erhebt. Man steckt das Skalenrohr durch ein in eine Flanellbinde gebohrtes Loch, mittels deren man auf jeder beliebigen Hautstelle das Thermometer vor Abkühlung geschützt festbinden kann.

b) Schluckthermometer.

Ein einfaches Mittel, die maximale Innentemperatur von Thieren zu bestimmen, bietet das von mir und Max Ph. Meyer zuerst angewandte, 1878 und 1879 in du Bois-Reymond's Archiv beschriebene Schluckthermometer.

Dieses Thermometer ist nach Art des von Dulong und Petit angewandten Gewichts- oder Ausflussthermometers geblasen und besteht (Fig. 26) aus einem kleinen kugeligen oder ellipsoidischen Glasgefässe *g*, das in ein feines 5 bis 8 *mm* langes Kapillarröhrchen ausläuft. Dieses kleine System wird bei Zimmertemperatur mit Quecksilber gefüllt, in eine passende innen lackirte Kapsel *k* von gut Wärme leitendem Metall (am besten von Silber oder auch Messing) eingelegt, die Ausflussspitze durch Korkfütterung *f* fixirt und der Deckel der Kapsel fest aufgesetzt. Diese Kapsel lässt man von einem Thiere verschlucken, entweder frei, wobei sie den Magen und Darm passirt, oder durch einen an der Hülse befestigten Faden im Magen gehalten. Hunde geben freie Kapseln leichter als Kaninchen mit dem Kothe wieder von sich; bei letzteren findet man sie meistens noch nach vielen Tagen eingehüllt von den kopiösen Nahrungsmassen im Magen. — Um die höchste Temperatur zu finden, welcher die Thermometer während ihres Aufenthaltes im Darmkanale ausgesetzt waren, versenkt man sie, von der Hülle befreit, in ein Wasserbad, durch dessen Wände man das aufrechtgestellte Kapillarröhrchen mittels einer Lupe genau beobachten kann. In dem Bade von Zimmertemperatur sieht man nun-

Fig. 26.

[1]) Die Abbildung verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Jacub, welcher sie demnächst in seiner Arbeit „Ueber die Bewegungen des Uterus" veröffentlichen wird. Dort werden die hier unwesentlichen Theile beschrieben werden.

mehr das Kapillarröhrchen und zuweilen auch einen Theil des Kugelgefässes frei von Quecksilber. Nun steigert man die Temperatur des Bades allmälig so weit, bis das sich ausdehnende Quecksilber das kleine thermometrische System bis zur Spitze gefüllt hat, und bestimmt mit Hilfe eines Normalthermometers die jetzt im sorgfältig gemischten Bade herrschende Temperatur. Die Temperatur des Bades, bei der das Ausflussthermometer gerade voll ist, kann man als die höchste Temperatur ansehen, welcher das Thermometer zuvor ausgesetzt gewesen. Damit im Darm des Versuchsthieres nicht ein Tröpfchen ausgetretenes Quecksilber wieder zurückgesogen werde, und man also eine zu niedrige Maximaltemperatur erhalte, ist die Spitze des sorgfältig ausgezogenen Kapillarröhrchens schräg abgeschliffen, sodass jedes austretende Tröpfchen gleich abfällt.

Auf dem gleichen Princip beruhende, aber cylindrisch geformte, sehr kleine Ausflussthermometer lassen sich verwenden: zur Bestimmung der Maximaltemperatur im Blutgefässsystem lebender Thiere. Sie werden nackt (ohne Kapsel) durch Sodalösung desinficirt und schlüpfrig gemacht in die Venen (*v. jugulares* oder *femorales*) oder Arterien (Karotiden) des Versuchsthieres eingeführt, und es wird nach Tödtung desselben in der oben beschriebenen Weise die Maximaltemperatur bestimmt, der sie ausgesetzt gewesen. Die in die Venen gebrachten Cylinder gerathen zumeist in ziemlich periphere Aeste der Lungenarterien, zuweilen aber fallen sie in die *Vena azygos*, *v. renalis* u. a., oder bleiben im rechten Vorhof, selten im rechten Ventrikel. Die in das centrale Ende der Karotis eingeführten und durch nachgespritzte physiologische Kochsalzlösung zur Aorta beförderten Thermometer werden in entfernte Arterienzweige getrieben.

Die Genauigkeit dieser Messungen geht bis auf 0,1° Celsius.

3. Thermaesthesiometer.

Zur Untersuchung der Schärfe des Raumsinnes bei verschiedener Temperatur der die Haut berührenden Spitzen dient mein Thermaesthesiometer, das von Klug angewendet und beschrieben wurde. (Arbeiten aus Ludwig's physiolog. Anstalt zu Leipzig, 1876, S. 170.)

Das Instrument ist nach Art einer Schiebleere konstruirt, wie sie die Mechaniker zur Dickenmessung von Cylindern verwenden. Die Stange *a* (Fig. 27), auf welcher sich die bewegliche Hülse *b* verschieben lässt, ist in Millimeter eingetheilt; die Hülse bildet einen (hier entbehrlichen) Nonius. An die beiden Schenkelenden (also am Ende der Stange und an der verschiebbaren Hülse) sind zwei neusilberne Röhrchen *c* und *d* befestigt. Jedes derselben, nach Art der oben beschriebenen Perfusionscanüle für das Froschherz gestaltet, hat die Form eines Y und ist unten durch eine kleine fingerhutförmige Kapsel von dünnem Silberblech abgeschlossen. Injicirt man Wasser in das eine obere Ende der unten geschlossenen Kanüle, so fliesst es an der vertikalen Scheidewand hinab zur Silberkuppe und auf der andern Seite der Wand hinauf zur Ausflussmündung. Verbindet man diese beiden gleichen Röhrchen durch dünne Kautschukschläuche mit zwei grossen Gefässen voll Wasser, das mittels Wärmeregulatoren auf konstanter

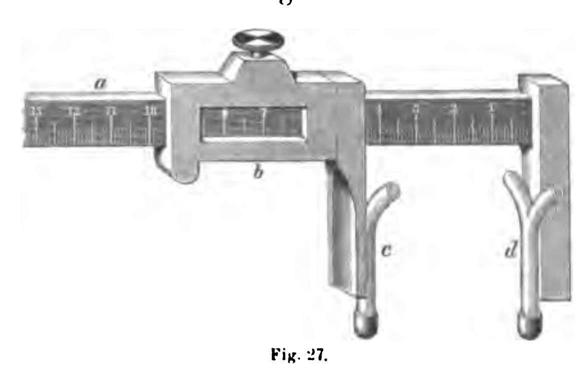


Fig. 27.

Temperatur erhalten wird, und fügt andererseits Abflussschläuche an die Wärmeröhrchen, so kann man, ohne die Beweglichkeit des Tastapparates erheblich zu beeinträchtigen, zwei gesonderte schnelle Wasserströme durch die beiden Röhrchen leiten und mittels der bestwärmeleitenden Silberkapseln die berührten Hautstellen auf beliebige Temperaturen bringen.

Excentrischer Theodolit mit neuer Einrichtung für Sonnenbeobachtungen.

Von

Adolph Fennel (i. Fa. Otto Fennel) in Kassel.

Der nachstehend abgebildete Repetitions-Theodolit besitzt ein Fernrohr von 29 *mm* Oeffnung und 21,5 *cm* Brennweite. Beide Kreise haben von innerer zu innerer Limbuskante einen Durchmesser von 13,5 *cm*, sind auf Silber in Drittel-

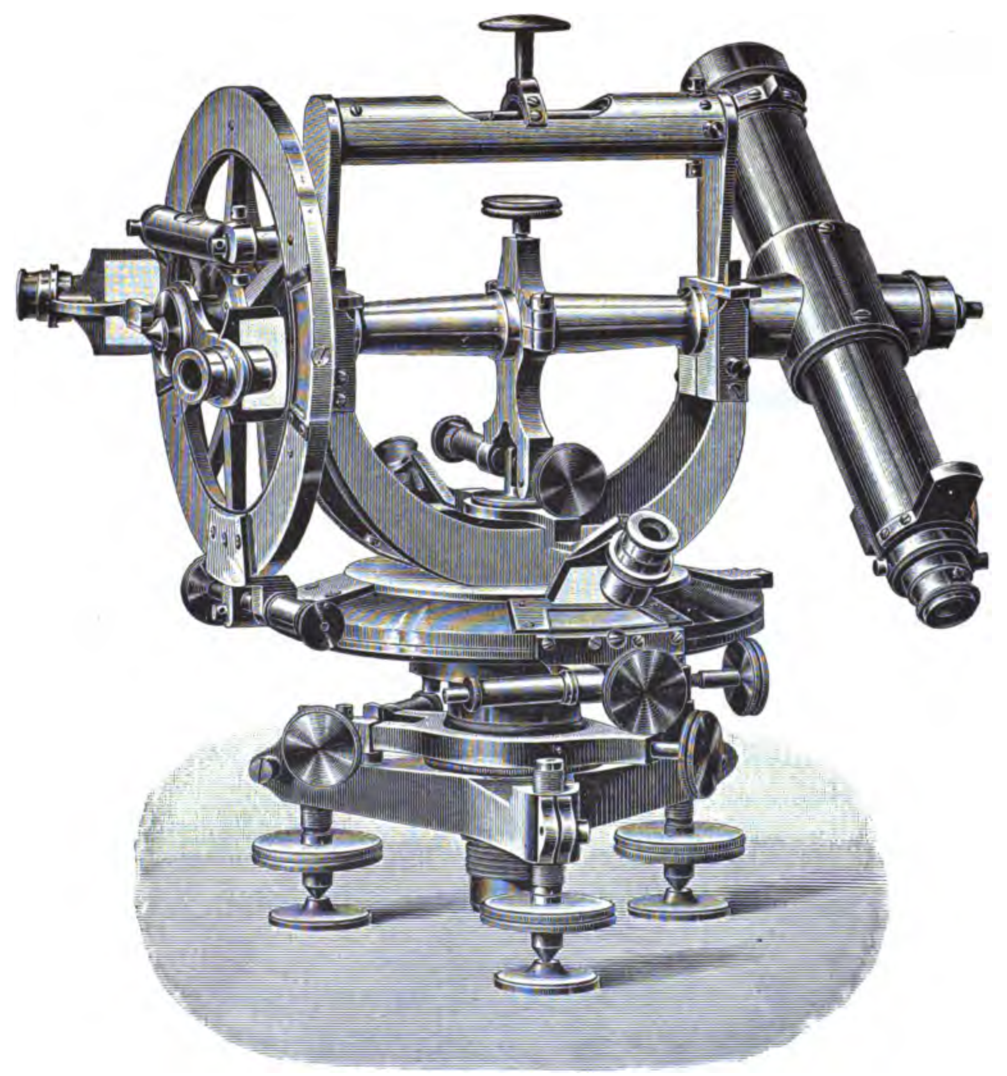


Fig. 1.

Grade getheilt und mittels Nonien auf 30″ direkt ablesbar. Die Fernrohraxe ruht mit cylindrischen gehärteten Stahlzapfen in Y-förmigen Lagern und kann

leicht umgelegt werden. Alle übrigen Einzelheiten der Konstruktion sind aus der nachstehenden Abbildung ersichtlich.

Das Instrument ist mit einer neuen, von mir konstruirten Vorrichtung zur Erleichterung der Sonnenbeobachtung versehen, welche äusserlich nur durch einen kleinen Ansatz am Fernrohr in der Verlängerung der Horizontalaxe zu erkennen ist. Näheren Aufschluss darüber giebt Fig. 2. Die Vorrichtung besteht hauptsächlich aus einem plan-parallelen Neutralglas *N*, welches vor das Objektiv *O* gesteckt werden kann und aus zwei kleinen Reflexions-Prismen *p* und *q*. Die letzteren sind so angeordnet, dass das Sonnenlicht, welches ausserhalb des Fernrohres auf das Prisma *p* fällt, nach dem Prisma *q* und von da aus nach der Fadenblende *f* hingeworfen wird.

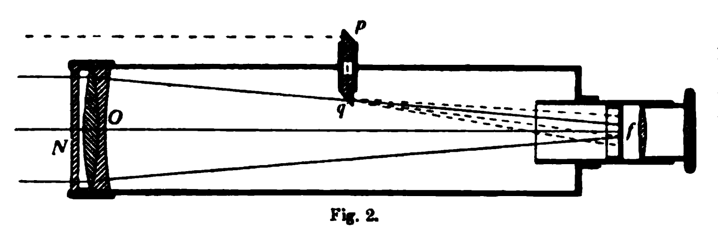
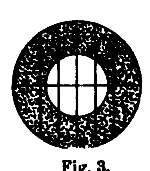
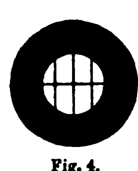


Fig. 2.

Das von *q* austretende Lichtbüschel bewirkt eine gleichmässige Beleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes in einem grauen Farbenton, der in Bezug auf Helligkeit durch Drehung des Prismas *p* in weiten Grenzen leicht regulirt werden kann. In diesem grauen Gesichtsfelde erscheint das Sonnenbild in der durch das planparallele Blendglas *N* bedingten Färbung. Eine genäherte Darstellung dieser Erscheinung giebt die Figur 3, während zum Vergleiche in Figur 4 das Gesichtsfeld eines Fernrohres dargestellt ist, welches mit einem gewöhnlichen Sonnenglase zwischen dem Ocular und dem Auge des Beobachters versehen ist. Bei der neuen Einrichtung (Figur 3) ist das Fadennetz in seiner ganzen Ausdehnung deutlich sichtbar, so dass man die Momente, in welchen der Rand des Sonnenbildes die Fäden berührt, sicher und leicht beobachten kann. Bei einem Fernrohr mit gewöhnlichem Sonnenglase erscheint derjenige Theil des Gesichtsfeldes (Fig. 4), welcher nicht von dem Sonnenbilde erfüllt wird, vollkommen dunkel und nur der im Sonnenbilde liegende Theil des Fadennetzes ist sichtbar. Man kann daher den Moment, in welchem das Sonnenbild einen Faden berühren muss, nicht voraussehen, so dass die Berührung für den Beobachter stets mehr oder weniger überraschend kommen wird. Ueberdies kann hierbei der Antritt des Sonnenbildes an einen Faden genau genommen erst dann festgestellt werden, wenn der Sonnenrand bereits den Faden passirt hat. Alle diese Nachtheile fallen bei der neuen Einrichtung fort.


Fig. 3.


Fig. 4.

Ein elektrisches Kontaktthermometer.

Von

Dr. L. Grunmach in Berlin.

Herr M. Stuhl in Berlin hat nach dem bekannten Princip der medicinischen Maximalthermometer ein elektrisches Kontaktthermometer konstruirt, mittels dessen beliebige Temperaturen auf bequeme und sichere Weise signalisirt werden können. Die bisher gebräuchlichen Instrumente dieser Art mit geschlossener Kapillarröhre gestatten nur ganz bestimmte Temperaturpunkte, bei welchen Platindrähte in die Kapillare eingeschmolzen sind, zu signalisiren; diejenigen mit offener Kapillarröhre,

welche an Empfindlichkeit geschlossenen Thermometern naturgemäss nachstehen, können zwar durch Verschiebung des Kontakt gebenden Platindrahtes auf jeden beliebigen Temperaturgrad eingestellt werden, jedoch geben hineinfallende Staubpartikelchen, sowie Oxyd- und Amalgambildungen, welche die Quecksilberoberfläche mit einer die Elektricität minder gut oder gar nicht leitenden Schicht überziehen, zu Kontaktstörungen Veranlassung; auch tritt häufig beim Verstellen des Platindrahtes ein Zerreissen des Quecksilberfadens ein. Das nachstehend zu beschreibende Kontaktthermometer ist ein empfindliches Quecksilberthermometer mit luftleerer Kapillarröhre Fig. 1, in welche unterhalb der Skale ein fester Widerstand C in Form eines Glasknöpfchens, wie aus Fig. 2 ersichtlich, derart eingeschmolzen ist, dass noch ein kapillarer Durchgang für das beim Erwärmen sich ausdehnende Quecksilber verbleibt. Dicht unterhalb des Widerstandes C ist der eine Platindraht B in die Kapillarröhre eingeschmolzen, während sich der zweite Platindraht A im Quecksilbergefäss befindet. Der zwischen dem Widerstande C und dem Kontakt gebenden Platindrahte B freibleibende Raum ist bei der Theilung der Skale berücksichtigt. Soll nun die Temperatur eines Raumes eine bestimmte Höhe, z. B. 47,5° C. nicht überschreiten, und der Eintritt dieser Temperatur durch das Instrument zur Anzeige gebracht werden, so wird das Quecksilbergefäss erwärmt, bis die Quecksilbersäule diesen Punkt 47,5° C. auf der Skale erreicht hat. Lässt man nun das Thermometer sich abkühlen, so reisst die Quecksilbersäule beim Widerstand C ab und tritt an dem Kontakt B vorbei in die Kugel zurück, während die obere Säule über dem Widerstande C stehen bleibt. Nunmehr ist das Thermometer zum Gebrauch hergerichtet; es wird in das Luft- oder Flüssigkeitsbad gebracht, nachdem die beiden Platindrähte mit einer Batterie, einem Läutewerk, Gasregulator u. s. w. in Verbindung gesetzt sind. Sobald der vorher fixirte Temperaturpunkt erreicht ist, berührt die untere Quecksilbersäule den Kontakt B und setzt durch Schliessung des Stromes das Läutewerk in Thätigkeit. — Soll das Thermometer für eine höhere Temperatur benutzt werden, so hat man nur nöthig, das Gefäss über einer Flamme so lange zu erwärmen, bis die Quecksilbersäule den gewünschten höheren Temperaturpunkt erreicht hat. Soll es hingegen für eine niedrigere Temperatur als vorher angewandt werden, so wird die obere Quecksilbersäule durch eine Schleuderbewegung in den unteren Raum zurückgeführt und dann, wie angegeben, verfahren. Das Instrument ist patentirt und bei der Firma F. & M. Lautenschläger in Berlin käuflich.



Fig. 1. Fig. 2.

Referate.

Ausstellung von Aktinometern.

Nature **39.** *S. 523.*

Bereits seit einem Jahrzehnt pflegt die Britische meteorologische Gesellschaft zu London alljährlich eine Ausstellung meteorologischer Instrumente zu veranstalten; eine jede derselben ist gewöhnlich einer speciellen Klasse von Instrumenten und deren Entwicklungsgeschichte gewidmet; so auch die jüngste vom 19. bis 22. März abgehaltene, welche neben Sonnenscheinautographen hauptsächlich Aktinometer bezw. Apparate zur Ermittlung

der Intensität der Sonnenstrahlung, sei es in relativem, sei es in absolutem Maasse, umfasste und die in ihrer Gesammtheit zweifellos dem Besucher ein interessantes, belehrendes Bild über die allmälige Entwicklung der Aktinometrie darzubieten im Stande war. — Als eines der ältesten hierher gehörigen Instrumente, um die (relative) Stärke der an unserer Erdoberfläche anlangenden Sonnenstrahlung zu bestimmen, ist das Heliothermometer von John Herschel zu betrachten; es war in mehrfachen Exemplaren ausgestellt. Dieses Herschel'sche Aktinometer besteht in seiner ursprünglichen Form aus einem thermometerähnlichen Glasgefässe, welches mit einer blauen Flüssigkeit gefüllt, im Innern eines geschwärzten Kastens fest montirt und durch eine Deckplatte aus dickem Spiegelglase vor dem Luftzug geschützt ist; Forbes, Kämtz, Quetelet u. A. haben mannigfache Beobachtungen mit demselben angestellt; die letzteren können heute kaum mehr als historisches Interesse besitzen, denn da die Strahlung eine Glasscheibe passiren muss, die einen je nach dem Stande der Sonne variabeln, nicht bestimmbaren Theil der kalorischen Energie absorbirt, so ist eine selbst auch nur angenähert ordentliche (relative) Messung der Strahlungs-Intensität nicht wohl möglich. — Für die Ausstellung war ferner vom *Kew Committee* Hodgkinson's Apparat, ein im Principe ganz ähnliches Instrument wie das Herschel'sche, geliehen worden nebst einem Exemplar des bekannten Pouillet'schen direkten Pyrheliometer's, mit welchem dieser eminente Physiker (1837 bis 38) zum ersten Male seine klassischen, absoluten kalorimetrischen Bestimmungen über die Strahlung der Sonne unternahm. Rev. F. W. Stow brachte eine etwas abgeänderte Form von Pouillet's Instrument zur Anschauung; indem er das letztere mit einem dünnwandigen, versilberten Cylinder umgiebt, sucht er den Einfluss von Luftströmungen zu vermeiden und die schädliche variable Strahlung der Umgebung vom Apparate abzuhalten. — Ein Modell des Secchi'schen Strahlungsapparates (Doppelwandiger Cylinder mit Flüssigkeitsfüllung, in dessen Hohlraum das Radiationsthermometer senkrecht zur Cylinderaxe eingesenkt ist) war durch Casella vertreten; vom *„British Association Solar Radiation Committee* erhielt die Ausstellung ferner Prof. Balfour Stewart's Kupferwürfelaktinometer[1]), ebenso waren auch Angström's Heliothermometer[2]) neben Photographien und Zeichnungen von Violle's, Crova's und Froehlich's bezüglichen Apparaten zur Anschauung gebracht.

Dass die gewöhnlichen Radiationsthermometer *en vide*, die Arago seiner Zeit zuerst eingeführt hat, in den verschiedensten Konstruktionen, namentlich von Hicks, Casella und Negretti & Zambra gleichfalls zahlreich vertreten waren, bedarf kaum einer besonderen Erwähnung. — Eine interessante Uebersicht zeigte endlich auch die Zusammenstellung der verschiedenen bisher konstruirten Sonnenscheinautographen vom einfachsten Apparate Campbell's (hohle mit Wasser gefüllte Glaskugel innerhalb einer Mahagoniholzschaale placirt, aus dem Jahre 1854 herrührend) bis zum heutigen, vielfach abgeänderten Stokes'schen Modell nebst den verschiedenen von Jordan[3]), Mc. Leods[4]), dem Referenten[5]) u. A. konstruirten Heliographen, welche die Registrirung der Sonnenscheindauer auf photographischem Wege ermöglichen. *J. M.*

Bestimmung der Lichtstärke von Himmelsobjekten in ihren verschiedenen Theilen mit Hilfe der Photographie.

Von Capt. Abney. *The Observatory 1889. S. 160.*

Die hier zu beschreibende Methode wurde von Capt. Abney zuerst angewandt, um verschiedene Stellen der Korona hinsichtlich ihrer Helligkeit mit einander zu vergleichen. Er photographirte zu dem Zweck nahe dem Rande der Platte, welche zur Aufnahme der Korona dienen sollte, bei einem Licht von gleichmässiger Intensität, z. B. einem Argandbrenner, eine Anzahl Quadrate, die verschieden lang, von $1/4$ Sekunde bis über 20 Sekunden, exponirt wurden. Unter der Voraussetzung nun, dass in der Photographie In-

[1]) Vgl. *diese Zeitschrift 1888 S. 31.* — [2]) A. a. O. *1887. S. 106.* — [3]) A. a. O. *1886. S. 182.* — [4]) A. a. O. *1885. S. 67.* — [5]) A. a. O. *1887. S. 239.*

tensität und Dauerwirkung des Lichts einander ersetzen können, mit andern Worten, dass eine Lichtquelle von einer gewissen Intensität während einer gewissen Expositionsdauer dieselbe Wirkung auf die photographirte Platte ausübt, nämlich dieselbe Menge Silber auf sie niederschlägt, wie eine andere Lichtquelle von halb so grosser Intensität bei der doppelten Expositionsdauer, unter dieser als bewiesen geltenden Voraussetzung kann das Bild des Himmelsobjektes in seinen verschiedenen Theilen mit der durch die Quadrate repräsentirten Intensitätsskale verglichen werden. In exakter Weise geschieht dies mit Hilfe des Schattenphotometers. Man lässt das Licht eines Argandbrenners durch die verschiedenen Quadrate der Intensitätsskale der Reihe nach fallen, indem man zwischen die Flamme und das Negativ einen Schirm mit quadratischer Oeffnung stellt. In den Weg des durchfallenden Lichts bringt man eine dicke Stricknadel und fängt auf einem weissen Papier den Schatten derselben auf. Ausserdem lässt man aber auch mit Hilfe eines seitlich stehenden Spiegels Licht des Argandbrenners auf die Nadel fallen, welches nicht durch die Silberschicht des Negativs hindurchgegangen ist, und erhält dadurch ein zweites Schattenbild der Nadel, welches man durch passende Anordnung des Spiegels dicht neben das erste, weniger intensive Schattenbild bringt. Beide Schatten werden nun gleich stark gemacht, indem man in den Weg der zum Spiegel gehenden Lichtstrahlen eine Scheibe mit ausgeschnittenem Sektor bringt, sie durch einen Elektromotor in rasche Umdrehung versetzen lässt und die Sektoröffnung durch eine Justirvorrichtung nach Bedarf erweitert oder verengert. Das Verhältniss des Sektors zur ganzen Kreisfläche giebt dann an, in welchem Maasse die Silberschicht des zu untersuchenden Quadrats das Licht durchlässt. In gleicher Weise wie die Quadrate werden nun auch die verschiedenen Stellen der Korona oder überhaupt des photographirten Himmelsobjektes untersucht und dadurch das Verhältniss der Lichtintensitäten dieser Stellen zur Intensität des beim Photographiren der Quadrate benutzten Argandbrenners gefunden.

Um sich von der Zuverlässigkeit dieser Methode der Helligkeitsmessung zu überzeugen, photographirte Abney eine in rasche Umdrehung versetzte schwarze, in ihrer Mitte einen weissen, sechsstrahligen Stern tragende Scheibe und erhielt dadurch eine von dem weissen Centrum bis zum schwarzen Rand kontinuirlich verlaufende Intensitätsskale. Bei der Berechnung der Intensitäten auf den vom Centrum verschieden weit abliegenden Kreisringen war nur zu berücksichtigen, dass auch das schwarze Papier etwas Licht, 5 % nach der Messung, zurückwarf. Ebenso wurde auch die aus den Quadraten bestehende Intensitätsskale auf derselben Platte hergestellt und ein Vergleich zwischen beiden Skalen vorgenommen, der eine für die Praxis durchaus genügende Uebereinstimmung der beiden Methoden ergab. *Kn.*

Aenderungen in der Konstruktion der Friktionsrollenträger bei kleinen gebrochenen Passageninstrumenten.

Veröffentlichung des Königl. Geodät. Instituts. Astronomisch-Geodätische Arbeiten I. Ordnung in den Jahren 1886 und 1887. S. 83.

Aus Beobachtungen des K. Geodätischen Instituts hatte sich ergeben, dass die Grösse des Kollimationsfehlers bei kleinen gebrochenen Passageinstrumenten von dem bei der bisherigen Konstruktion, namentlich in Folge von Transporten, leicht veränderlichen Drucke der Friktionsrollen abhängig ist. Besondere Versuche des Herrn Prof. Albrecht zeigten den Einfluss des Druckes der Friktionsrollen in deutlichster Weise. Je nachdem die Friktionsrollen bis zum grössten zulässigen Betrage angespannt oder soweit abgespannt wurden, dass der Obertheil des Instrumentes mit seinem vollen Gewicht in den Lagern ruhte, fanden sich Differenzen in der aus Durchgängen von Polsternen ermittelten Kollimation bis zum Betrage von $0{,}34^s$. Während diese Differenzen lediglich Folge einer Senkung des Prismas sind, an welcher das Fadennetz keinen Theil hat, fand sich eine weitere Veränderlichkeit des Kollimationsfehlers im Betrage von $0{,}25^s$, je nachdem man abwechselnd das eine oder andere Friktionspaar bis zum höchsten zulässigen Betrage anspannte und gleichzeitig das

entgegengesetzte ausser Thätigkeit setzte. Um den letzterwähnten, besonders störenden Einfluss einer ungleichen Anspannung der Friktionsrollen ganz zu beseitigen, hat der Direktor des K. Geodätischen Instituts, Herr Prof. Helmert die Instrumente durch Umarbeitung des Friktionsrollenträgers in einen Waagebalken so umgestalten lassen, dass sich ein gleicher Druck der Friktionsrollen auf beiden Seiten von selbst herstellt; ferner ist auf genau centrisches Abdrehen der Führungsnuten der Friktionsrollen grosse Sorgfalt verwendet worden, so dass auch ein völlig gleicher Druck der Friktionsrollen in allen Lagen des Fernrohrs vorausgesetzt werden kann. Ueber die Hoffnungen, welche sich an diese Umänderungen knüpfen, schreibt Herr Prof. Albrecht an obiger Stelle: „Man wird es daher künftig vorwiegend nur noch mit einer Senkung des Prismas zu thun haben, welche erheblich geringeren Veränderungen ausgesetzt ist und deren Einfluss man daher mit grösserem Grade der Berechtigung der Rechnung unterwerfen kann. Auch wird man der grösseren Konstanz des Systems wegen nunmehr in den Stand gesetzt sein, durch geeignete Anspannung der Friktionsrollen die Senkung des Prismas aufzuheben und eine Uebereinstimmung zwischen der aus Polsterndurchgängen und aus Mirenbeobachtung hervorgegangenen Kollimation herzustellen.“ Die Umänderungen der Instrumente hat Herr Mechaniker C. Bamberg ausgeführt. *W.*

Gaswaage (Dasymeter) mit Kompensator.

Von A. Siegert u. W. Dürr. *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1888. 20. S. 503 u. 517.*

Der Apparat, über welchen bereits in dieser Zeitschrift (*1888. S. 258*) kurz berichtet worden ist, unterscheidet sich von dem Lux'schen (vgl. *diese Zeitschr. 1886. S. 255* und *1888. S. 395)* dadurch, dass die am Waagebalken angebrachte Hohlkugel hermetisch verschlossen und mit Luft gefüllt ist; das zu untersuchende Gas wird in das dicht verschliessbare Gehäuse eingeleitet und je nach seiner Dichte ändert sich der Auftrieb, welchen die Kugel erleidet. Die als Kompensator dienende U-Röhre wird um eine lothrechte Axe drehbar eingerichtet. Steht ihre Ebene senkrecht zum Waagebalken, so ist der Kompensator unwirksam; fällt der Waagebalken in die Ebene der U-Röhre, so wirkt er zu stark. Die Mittellage, in welcher er gerade richtig wirkt, muss empirisch ermittelt werden.

Wgsch.

Verflüssigungsröhre.

Von A. Buguet. *Journal de phys. élément. 4. S. 27.*

Der Verfasser benutzt zur Verflüssigung von Gasen, wenn Kälte ohne Druckerhöhung ausreicht, einen Glaskolben von folgender Einrichtung. In das obere geschlossene Ende des Kolbenhalses ist eine mit Glashaken versehene Röhre eingeschmolzen, welche bis in den Kolbenbauch reicht und den Eintritt des Gases vermittelt. Der Austritt desselben erfolgt durch eine ebenfalls durch einen Glashahn abschliessbare und am oberen Halsende seitlich angeschmolzene Röhre. Dass man nach erfolgter Kondensation beliebig Gas oder Flüssigkeit austreten lassen kann, ist leicht ersichtlich, wie denn überhaupt der Apparat sich nur in der Form von der bisher besonders für Schwefeldioxyd gebrauchten Verflüssigungsröhre unterscheidet. *Wgsch.*

Ueber den elektrischen Leitungswiderstand des Quecksilbers.

Von Fr. Kohlrausch. *Wiedem. Ann. N. F. 1888. 35. S. 700.*

Für die absolute Widerstandsmessung benutzte Kohlrausch die Weber'sche Dämpfungsmethode, nach welcher der Widerstand eines empfindlichen Galvanometers mit langsam schwindender Magnetnadel in absolutem Maasse bestimmt wird aus der Schwingungsdauer, der Dämpfung der Nadelschwingungen durch den geschlossenen Multiplikator und dem Verhältniss des Nadelmagnetismus zur Stärke des magnetischen Feldes. Zur Bestimmung der absoluten Galvanometerkonstante, die Weber selbst aus den gemessenen Dimensionen des Multiplikators berechnete, wurde anfangs (1886) das zuerst von Bosscha angewandte empirische Verfahren der Vergleichung mit einer Tangentenbussole mittels Stromabzweigung benutzt. Später (1887) wurde die Methode dahin abgeändert, dass die

Nadel des Galvanometers zugleich als Nadel der Tangentenbussole gebraucht wurde; und dieser zweiten Methode giebt Kohlrausch bei der Berechnung des Mittels aus seinen Beobachtungen wegen der geringeren Fehlerquellen das doppelte Gewicht. Die koncentrische Aufstellung von Multiplikator und Tangentenbussole gewährt äussere Vortheile, welche die Messungen nicht nur bequemer, sondern auch genauer machen: erstens fällt die bei der Bosscha'schen Methode nothwendige Vergleichung der beiden magnetischen Felder der Tangentenbussole und des Multiplikators fort, und man braucht keinen Skalenabstand zu messen, da man mit derselben Skale dieselbe Nadel beobachtet; zweitens kann man die Bestimmung des Verhältnisses der Nadelausschläge in beiden Instrumenten auf eine Nullmethode zurückführen; drittens lässt sich die ganze aus der Nadellänge entspringende Korrektion auf einen beliebig kleinen Betrag bringen. Die Form des benutzten Galvanometers unterscheidet sich von andern Galvanometern mit langer Nadel dadurch, dass Nadel und Spiegel sich innerhalb des Multiplikators befinden, und der Luftabschluss also durch zwei Deckel auf der Multiplikatoröffnung gebildet werden kann, während die gebräuchliche, um den Multiplikator herumgreifende Aufhängung einen weiten Kasten mit der grösseren Gefahr von Luftströmungen nöthig macht. — Die aus den beiden Methoden folgenden Hauptmittel sind:

1886: 1 *Ohm* = 1,06405 *Siemens* oder *m/qmm Quecksilber* 0°
1887: 1 *Ohm* = 1,06274 „ „ „ „ „

Kohlrausch giebt mit Rücksicht auf die erwähnten Vorzüge der Methode dem zweiten Hauptmittel das doppelte Gewicht und findet demnach:

1 *Ohm* = 1,0632 *Siemens* oder *m/qmm Quecksilber* 0°
1 *Siemens* = 0,9406 *Ohm*.

B.

Ein Barometer mit Kontaktablesung.

Von J. J. Boguski und L. Natanson. *Wiedem. Ann. 1889.* ***36.*** *S. 761.*

Es handelt sich bei diesem von R. Fuess in Berlin für das physikalische Laboratorium des Museums für Gewerbe und Agrikultur zu Warschau ausgeführten Instrumente um ein Heberbarometer, in welches oben ein abwärts ragender Platindraht eingeschmolzen ist. Durch Einführen eines Eisencylinders in einen sekundären kurzen Schenkel wird das Quecksilber bis zu elektrischem Kontakte mit dem Platindrahte gehoben und die erfolgte Berührung mit Hilfe eines Galvanoskops erkannt. Eine Mikrometerschraube im kurzen Schenkel muss dabei in das Quecksilber genügend tief eintauchen; durch das Herausdrehen derselben bis zur Unterbrechung des Stromes wird dann die Höhe der unteren Quecksilber-Kuppe festgestellt, während ja die obere bei allen Ablesungen dieselbe ist. Letzterer Umstand hat zur Folge, dass der Einfluss eines Luftgehaltes vom Barometerstande unabhängig ist. Ein anderer Grund für diese Konstruktion war der, dass bei sehr weiten Schenkeln die Kathetometerablesung sich nicht bewährt.

Um die Kontakte mit voller Sicherheit einstellen zu können, muss das Quecksilber in vollständiger Ruhe sein; somit ist eine feste Aufstellung des Instrumentes und eine vorsichtige Handhabung der Schrauben erforderlich. Unter diesen Bedingungen lässt sich die Sicherheit der Kontaktstellungen auf 0,01 *mm* schätzen. *Sp.*

Künstlicher Horizont für Sextantenbeobachtung.

Von de Kérillis. *Compt. Rend.* ***108.*** *S. 333.*

Verf. hat der Pariser Akademie durch Admiral Mouchez das Projekt eines auf elektrischem Wege herzustellenden künstlichen Horizonts für Sextantenbeobachtungen vorgelegt. Neben dem Fernrohr werden zwei an ihren beiden Enden geschlossene Glasröhren von rechteckigem Querschnitt ein wenig gegen einander geneigt und einander gegenüberstehend angebracht, so dass sie mit der optischen Axe Winkel von nur 1 Bogenminute bilden. In jeder Röhre befindet sich eine kleine Kupferkugel, die sich frei in derselben bewegen kann. In dem Moment, wo die Ebene des Instrumentes horizontal steht, legen

sich beide Kugeln an die einander zugekehrten inneren Endflächen der Röhren an, bilden dort an zwei Kontaktstellen Kontakt und schliessen einen elektrischen Strom, durch welchen entweder ein Horizontalfaden zum Glühen gebracht wird oder eine kleine Glühlampe zum Aufflammen gebracht wird, durch welche das Gesichtsfeld erleuchtet wird.

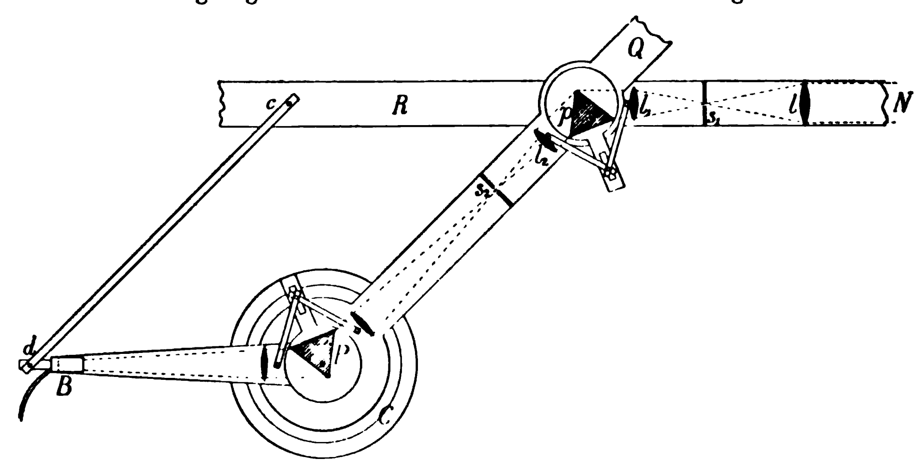
Admiral Mouchez macht zu diesem Projekt die sehr richtige Bemerkung, dass die geringe Biegung der Glasröhren von 1 Bogenminute nicht ausreichen dürfte, um die Kugeln schnell in die Kontaktstellung gelangen zu lassen; schnelles Einstellen der Kugel sei aber unbedingt erforderlich, da der Uebergang von der geneigten Lage des Sextanten in die horizontale sich in der Hand des Beobachters rasch vollziehe. Immerhin dürfte der Vorschlag interessant genug sein, um unter gewissen Abänderungen eine praktische Erprobung für wünschenswerth zu halten. *W.*

Das unsichtbare Spektrum der Sonne und des Mondes.

Von S. P. Langley. *Phil. Mag. V.* ***26.*** *S. 505* und *Amer. Journ. of Science. III.* ***36.*** *S. 397.*

Der berühmte Verf. hat in den Jahren 1882 und 1883 seine Untersuchung des Sonnenspektrums nicht über die Wellenlänge von 2,8 μ hinausführen können, weil er nicht sicher war, inwieweit jene Spuren von Wärmestrahlung, welche er jenseits dieses Punktes noch fand, als Wirkung von Strahlen von noch entsprechend grösserer Wellenlänge und inwieweit sie als Wirkung von unregelmässig abgelenkten brechbareren Strahlen aufzufassen seien. Aber schon seine Untersuchungen von 1884 und 1885 bewiesen ihm, dass wenigstens im Spektrum des Mondes Wärmestrahlen von noch viel grösserer Wellenlänge enthalten sind. Denn in diesem Spektrum liessen sich die Wirkungen der stärker brechbaren reflektirten Sonnenwärme wohl unterscheiden von den Wirkungen der eigenen Ausstrahlung des Mondkörpers, welche in weit grösseren Wellenlängen geschahen und in welchen das Maximum der lunaren Wärmestrahlung lag. Die Wellenlänge betrug hier 13 bis 14 μ, etwa entsprechend der Wärmestrahlung, welche von Eis oder anderen kalten Körpern ausgeht. Diese Strahlen würden also nach der Normalskale um mehr als die 20fache Länge des sichtbaren Spektrums ausserhalb desselben liegen.

Um nun auch über die Strahlen der Sonne in den Gebieten der längsten Wellenlängen völlige Sicherheit zu erlangen, wendet jetzt der Verf. eine Art spektroskopischer Siebvorrichtung (*sifting train*) an, welche in der Verbindung zweier Spektroskope besteht, so zwar, dass der Spalt des zweiten Spektroskops nur einen schmalen Theil des vom ersten Spektroskope entworfenen Spektrumbildes durchlässt, der nun von Neuem analysirt wird. Die nebenstehende Figur giebt ein schematisches Bild der Anordnung. In der Nord-Süd-



richtung ist ein Balken *R* auf Pfeilern fest gelagert. Ein zweiter Balken *Q* ist um eine Vertikalaxe bei *p* drehbar; auf ihm ist des Verfassers Spektrobolometer montirt. Zwei gleiche, demselben Bergwerk entstammende Steinsalzprismen mit sehr sorgfältig gearbeiteten Flächen und einem brechenden Winkel von 60 Grad sind bei *p* und *P* aufgestellt und werden

für alle Neigungen von Q gegen R automatisch in der Stellung der kleinsten Ablenkung erhalten.[1]) Da die Prismen unter sich gleich, ihre brechenden Kanten aber entgegengesetzt gerichtet sind, so muss das aus dem zweiten Prisma P austretende parallel dem nach p eintretenden Lichtbündel sein. Dieses kommt aus der Richtung N von einem Siderostaten; die Linse l erzeugt in der Ebene des Spaltes s_1 ein Sonnenbildchen, welches mittels Kollimator l_1, Prisma p und Linse l_2 in der Spaltebene s_2 des zweiten Spektroskops ein Spektrum erzeugt. Durch Drehung von Q können der Reihe nach alle Theile dieses Spektrums dem Spalt s_2 gegenüber gestellt werden. Es gehen von diesem somit nur Strahlen von nahezu gleicher Wellenlänge durch das zweite Prisma P. Dieselben sollen nach ihrem Durchgange auf das in die Bildebene des zweiten Spektrometers gestellte Bolometer B treffen. Entsprechend der oben erwähnten Bedingung für die Richtung der gebrochenen Strahlen ist B durch Anordnung auf einer Seite des Gelenkparallelogramms $pPdc$ stets in der zu Np parallelen Richtung gehalten. Das erste Spektroskop hat hier also die Aufgabe, Strahlen aus andern Regionen des Spektrums als der augenblicklich zu untersuchenden auszusondern (*sift out*). Die Grösse der Drehung von Q wird an dem 10 Bogensekunden angebenden Theilkreise C abgelesen. Der Verf. hat sich durch Beobachtung einiger Fraunhofer'scher Linien mit dem Auge von der Reinheit des ganzen Systems und der Genauigkeit seiner Bewegungen überzeugt.

Um auch den letzten Verdacht einer Beimischung stärker brechbarer Strahlen unter die schwächer brechbaren zu verscheuchen, wendet der Verf. eine Schicht Lampenruss an, von dem er die wichtige Entdeckung gemacht hat, dass er für Strahlen von sehr grosser Wellenlänge ein durchsichtiger Körper ist. Denn wenn man eine gut polirte Steinsalzplatte mit einer Schicht Lampenruss überzieht, welche weniger als 1% der sichtbaren Strahlen hindurchlässt, so lässt diese Platte von den in den grössten Wellenlängen stattfindenden Strahlungen 90% hindurchgehen. Auf die zwischen beiden Punkten liegenden Strahlen übt eine solche Platte eine mittlere Absorption aus.

Hiernach vermag der Verf. seine Untersuchungen auch über das Sonnenspektrum bis zu einer schätzungsweisen Wellenlänge von $18\,\mu$ auszudehnen. Er ist indessen der Meinung, bereits Wärmewirkungen auch von über $20\,\mu$ Wellenlänge beobachtet zu haben. Das Ergebniss seiner Untersuchungen des Sonnenspektrums stellt er durch eine empirische Kurve nach der Normalskale dar und specieller noch den Theil bis zu $5\,\mu$ Wellenlänge, in welchem er die sich vorfindenden kalten Banden als irdischen Ursprungs erkennt, da sie des Abends intensiver werden, am Mittag sehr klarer Tage dagegen fast verschwinden.

Im Ganzen charakterisirt er das Sonnenspektrum in folgender Weise: Kaum ein Viertel der Sonnenenergie ist für das freie Auge sichtbar. Von den übrigen drei Vierteln liegt der bei Weitem grössere Theil diesseits $2{,}8\,\mu$ Wellenlänge. Die Einwirkungen der irdischen Absorption erscheinen in dem sichtbaren Spektrum hauptsächlich vermittels der Fraunhofer'schen Linien. An den Rändern des Ultraroth schieben sich dieselben bereits zu einem breiteren Absorptionsbande (A) zusammen. Im unsichtbaren Theile dagegen scheint die Absorption durch breitere und breitere Banden zu geschehen, (welche wahrscheinlich auch aus Linien bestehen). Die zwischen diesen Stellen mit fast vollständiger Absorption auftretende Wärme wird — entgegen der bisherigen Vorstellung — mit grösserer Leichtigkeit von der Atmosphäre durchgelassen, als die im sichtbaren Spektrum auftretende. Die Banden werden immer breiter und immer dichter, zu je grösseren Wellenlängen man fortschreitet und wenig jenseits $5\,\mu$ scheinen sie praktisch in ein kaltes Band von fast unbegrenzter Ausdehnung zu verschmelzen. Indessen ist eine schwache Wärmewirkung in dieser ganzen Ausdehnung zu beobachten. Doch erscheinen hier (in's Sichtbare übersetzt) unscharfe helle Banden auf einem dunklen Grunde, etwa ähnlich wie in den Spektren der Sterne vom vierten Typus.

---

[1]) Die dazu dienliche Einrichtung ist bereits mehrfach angewendet und ist u. A. in *dieser Zeitschr. 1888. S. 391* von Dr. H. Krüss näher beschrieben.

In Betracht des Mondspektrums wurden die schon angeführten Thatsachen bestätigt. Diese Untersuchungen haben auch Bedeutung für die Meteorologie, da sie beweisen, dass auch die Ausstrahlungen der kältesten Körper die Atmosphäre durchdringen und dass also auch von den polaren Gegenden aus noch immer Wärme in den Weltraum verloren geht.

Z.

Rekalescenz des Eisens.

Von J. Hopkinson. *Proc. of the Roy. Soc.* **45.** *März 1889.*

Hopkinson findet, dass die Temperatur, bei welcher das Eisen die Erscheinung der Rekalescenz zeigt, innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtung mit derjenigen identisch ist, bei der es den Magnetismus verliert. Bei der Untersuchung eines Cylinders aus hartem Stahl trat die Zunahme der Gluth ein, nachdem der vorher zur hellen Rothgluth erhitzte Cylinder sich wieder auf 689° abgekühlt hatte. Während der Rekalescenz stieg die Temperatur bis auf 712°, um dann stetig zu fallen; die dabei entwickelte Wärmemenge ist nach Hopkinson's Rechnung 173 mal so gross als diejenige, welche bei der Abkühlung derselben Eisenmasse um 1° ausgegeben wird. Ein anderer Stahlcylinder wurde zur hellen Rothgluth erhitzt und verlor bei 690° seinen Magnetismus. Die Temperatur wurde bestimmt als Funktion des elektrischen Widerstandes eines Kupferdrahtes, mit dem der Stahlcylinder umwickelt war. *B.*

Elektrischer Widerstand des Eisens bei hoher Temperatur.

Von J. Hopkinson. *Proc. of the Roy. Soc.* **45.** *März 1889.*

Hopkinson sucht den Temperaturkoefficienten des elektrischen Widerstandes eines sehr weichen Eisendrahtes zu bestimmen und zwar bis zu der Temperatur, bei welcher derselbe aufhört, magnetisch zu sein. Er findet, dass der Koefficient von 0,0048 bei gewöhnlicher Temperatur bis 0,018 bei etwa 850° steigt, um plötzlich bis auf etwa 0,0067 abzunehmen. Die letztgenannte Temperatur, obwohl sie abnorm hoch erschien, stimmte doch innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtung mit derjenigen überein, bei welcher der (allerdings sehr weiche) Eisendraht aufhörte, magnetisch zu sein. Hopkinson erklärt die plötzliche Aenderung des Temperaturkoefficienten durch die mit dem Verlust des Magnetismus verbundene Zustandsänderung. *B.*

Ueber die Wirkung der Selbstinduktion bei elektromagnetischen Stromunterbrechern.

Von V. Dvořák. *Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Kl. Januar 1889.* **98.** *S. 55.*

Die Arbeit beginnt mit dem merkwürdigen Satz: „Es ist bekannt, dass die elektromagnetische Stimmgabel, der Wagner-Neef'sche Hammer und ähnliche Apparate hauptsächlich nur durch die Wirkung der Extraströme in Bewegung gesetzt werden“, und Verf. kommt in der That zu dem Schluss, dass, falls man von der Selbstinduktion absieht, die Wirkung Null ist. Das ist zwar neu, aber nicht richtig. „Um eine gute Wirkung zu erzielen“, schlägt Dvořák vor, entweder den Selbstinduktionskoefficienten, aber nur bis zu einer gewissen Grenze, zu vergrössern, oder den Oeffnungsextrastrom sich voll entwickeln zu lassen, weil er mit dem Hauptstrom gleich gerichtet ist, diesen also verstärken muss. Verf. übersieht hierbei den Einfluss der Ampèrewindungszahl auf die elektromagnetische Wirkung, und die Schwächung dieses Einflusses durch zu hohe Selbstinduktion; er scheint ferner nicht an den Zweck gedacht zu haben, welchen z. B. der Kondensator am Ruhmkorff'schen Funkeninduktor hat, sowie daran, dass Hipp bereits vor einem Decennium an seinen berühmten elektrischen Chronoskopen den in der Arbeit so umständlich beschriebenen Kurzschluss angewendet hat. Die Veröffentlichung wird als „vorläufige Mittheilung“ angekündigt; man darf der eigentlichen Arbeit also wohl mit einer gewissen Spannung entgegensehen. *B.*

Neu erschienene Bücher.

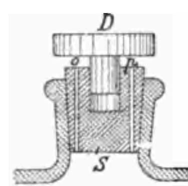
Experimentale Untersuchungen über Elektricität. Von M. Faraday, Deutsche Uebersetzung von Dr. S. Kalischer. Erster Band. Julius Springer. M. 12,00.

Mit der Veranstaltung einer Deutschen Ausgabe von Faraday's *Experimental Researches in Electricity* ist der Wissenschaft ein Dienst geleistet worden, für welche dem Uebersetzer wie dem Verleger gleich grosser Dank gebührt, da das Buch in Deutschland bisher kaum genügend bekannt gewesen ist. Der bis jetzt vorliegende erste Band enthält die vom Januar 1831 bis Juni 1838 in den Verhandlungen der *Royal Society* veröffentlichten Reihen I bis XIV (Induktion, Elektrochemie). Die *Researches* sind zwar in den Jahren 1832 bis 1857 zum grossen Theil in *Poggendorf's Annalen* erschienen, konnten aber in dieser Form niemals zum Gemeingut der deutschen physikalischen Literatur werden. Und das ist um so mehr zu bedauern, als neben dem Faraday'schen Buche kaum ein zweites existiren dürfte, das so zahlreiche, eigene, bahnbrechende Forschungen enthält und dem selbständigen Forscher noch heute, ein halbes Jahrhundert nach dem Erscheinen des ersten Bandes, eine noch unerschöpfte Fundgrube an neuen Gedanken ist, während es dem Studirenden die Grundlehren der Elektricität so anschaulich und lückenlos entwickelt. Gerade jetzt, wo die Bedeutung der Elektricität für die Entwicklung der Technik mit jedem Tage grösser und grösser wird, ist ein gründliches Studium der „Experimentaluntersuchungen" geboten: die von Faraday entdeckten Erscheinungen, die dielektrische Polarisation der Isolatoren, der Diamagnetismus, das elektrolytische Gesetz, die Induktion sind für die Praxis ebenso werthvoll wie für die reine Wissenschaft. Der von Faraday eingeführte Begriff der Kraftlinien, seine Vorstellung von ihrer Verdichtung duch gewisse Substanzen u. a. m. haben sich nicht nur zur Lösung rein wissenschaftlicher Probleme als fruchtbar erwiesen, sondern haben auch der Elektrotechnik z. B. beim Dynamomaschinenbau und bei der Konstruktion der Messinstrumente die wesentlichsten Dienste geleistet. Bis auf den heutigen Tag ist die Lehre von der Elektricität auf den Pfaden weiter geführt worden, auf die sie Faraday gelenkt hatte, und was er vor fünfzig Jahren mit prophetischem Blick ahnte *(XI. Reihe. 1164. November 1837)*, ist im letzten Jahre durch die Hertz'schen Arbeiten zur Gewissheit geworden. Wie befruchtend seine Ideen gewirkt haben, geht aus Maxwell's Vorrede zu seinen *Treatise on Electricity and Magnetism* hervor; Maxwell hat Faraday's Gedanken mathematisch interpretirt. Aber während das Maxwell'sche Werk bekanntlich bedeutende mathematische Kenntnisse voraussetzt und aus diesem Grunde stets auf einen verhältnissmässig kleinen Leserkreis beschränkt bleiben muss, enthalten die *Experimental Researches*, dem eigenthümlichen Bildungsgange Faraday's entsprechend, keine mathematischen Ableitungen und werden darum Jedem, der mit den Elementen der Experimentalphysik vertraut ist, verständlich werden, wenn er mit der erforderlichen Gewissenhaftigkeit an's Werk geht und sich die Mühe nicht verdriessen lässt, der hin und wieder etwas fremdartigen Ausdrucksweise zu folgen. Die Beschreibungen der Versuche sind mit einer Ausführlichkeit gegeben, die jeden Zweifel ausschliesst, und könnten in Bezug auf Klarheit und Einfachheit der Darstellung Jedem zum Muster dienen, der Versuche zu beschreiben hat. Dabei zeugt das Buch von einer Zielbewusstheit bei der Anstellung der einzelnen Versuche, einer Sorgfalt im Ausscheiden alles Hypothetischen, einer Vorsicht in der Aufstellung von Behauptungen und Vermuthungen, die uns Faraday's Grösse als Physiker in hellerem Lichte zeigen, als es der treueste Biograph könnte. — Der Sinn für die Geschichte seiner Wissenschaft ist leider bei dem Physiker im Allgemeinen wenig entwickelt; das Studium der „Experimentaluntersuchungen" aber dürfte ganz besonders dazu geeignet sein, ihn zu wecken, und wo er bereits vorhanden ist, mächtig zu fördern. Es gewährt einen ganz besonderen Reiz, Versuche, die man fast beim Eintritt in das Studium gesehen, ja, vielleicht selbst angestellt hat, von ihrem Entdecker Faraday beschrieben zu sehen. — Die Bewunderung, die Faraday's Entdeckungen und Lehren bisher stets gefunden haben, wird durch die deutsche Ausgabe seiner *Researches* in immer weitere und weitere Kreise dringen.

B.

Patentschau.

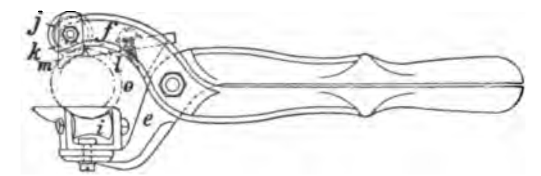
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.



Tropfenzähler. Von C. Thein in Lindenthal b. Köln a. Rh. No. 46017 vom 21. Juli 1888. Kl. 30.

Der Stöpsel *S* besitzt zwei Bohrungen *o* und *p*, deren eine zum tropfenweisen Ablassen von Flüssigkeit, deren andere zum Zuführen von Luft in das Gefäss dient; beide Bohrungen können durch den Körper *D* verschlossen werden.

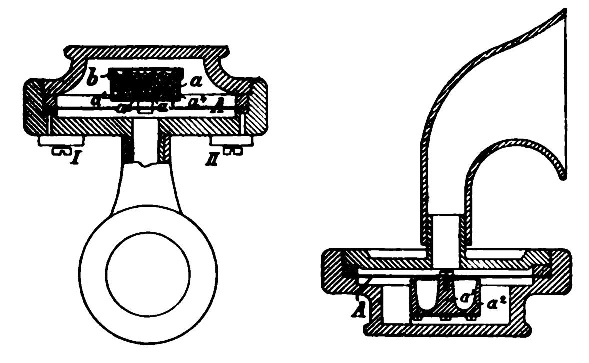
Werkzeug zum Drehen von Spiralen. Von Ellis Cutlan in Everleigh House, Yollington Park Middlesex, England. No. 46381 vom 26. Juni 1888.



Zwischen den Zangenhebeln *ef* liegt eine einstellbare Führungsrolle *i* für das zwischen Drehbankspitzen umlaufende Rundholz *o*. Das Messer *l* bewirkt das Schneiden des Schraubenganges, während Stück *m* als Führung in einem Leerschlitz läuft. Eine weitere Führung für das Messer ist das mit Rolle *j* versehene Blatt *k*.

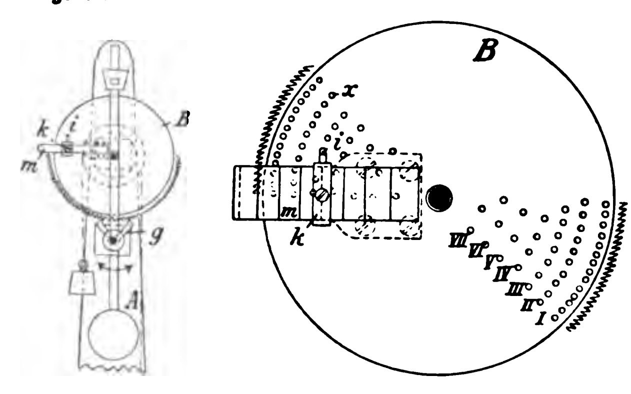
Es sind Einrichtungen getroffen, um Stücke verschiedenen Durchmessers und mehrgängige Schrauben zu schneiden.

Mikrophon. Von O. Schäffler in Wien. No. 46878 vom 14. Juli 1888.



In der Mitte der Ober- oder Unterfläche des horizontalen Diaphragma *A* ist ein Gehäuse *a* befestigt, welches auf seinem Boden die von einander getrennten, beliebig geformten und in zwei Gruppen leitend mit einander und den Klemmen *I* und *II* verbundenen Elektroden a^1 a^2 a^3 a^4 trägt. Der übrige Raum ist fast bis an den Deckel *b* mit Kohlenschrot oder Kohlenpulver gefüllt. Das Gehäuse kann auch direkt durch die Elektroden a^1 und a^2 gebildet werden, die dann auf einem Plättchen isolirt von einander befestigt sind.

Taktgeber. Von H. Labin in Berlin. No. 46449 vom 8. August 1888.



Um bei dem unter dem Namen „Metronom" bekannten Geräth den Anfang eines Taktes durch einen von dem Ticken des Ankers unterscheidbaren Ton zu bezeichnen ist die Scheibe *B*, in deren Zähne der Anker *g* eingreift, auf ihrer Vorderseite mit Stiften *x* besetzt, welche in sieben koncentrischen Kreisen, entsprechend den sieben gebräuchlichen Taktarten, angeordnet sind. Die Stifte *x* schlagen bei der Drehung der Scheibe *B* gegen eine Feder *i*, welche auf einem Schieber *k* befestigt ist, der auf einer am Ständer *A* angebrachten Schiene *m* verschoben werden kann. Letzterer trägt, entsprechend den Stiftkreisen, sieben Theilstriche, nach welchen der Schieber einzustellen ist.

Steht nun der Schieber so, dass seine Feder *i* in den ersten Stiftkreis *I* eingreift, so werden zwischen zwei durch die Stifte *x* und Feder *i* erzeugten Tönen zwei durch die Zähne von *B* und

den Anker g erzeugte Schläge hörbar sein; greift die Feder i in die Stiftreihe II, ein so werden zwischen je zwei durch die Stiftreihe erzeugten Tönen drei Schläge des Ankers hörbar und so fort. Die Stifte x bezeichnen somit den Taktanfang und die Zähne von B die Taktheile.

Auslösungsvorrichtung für Taschengalvanoskope. Von L. Harkenfeld in Berlin. No. 46687 vom 10. August 1888.

Das Galvanoskop hat die Form einer Taschen-Remontoiruhr, und der drehbare Knopf k ist mit einem Excenter e und einem durch den Knopf hindurchgehenden von einer Spiralfeder p umgebenen Stift a versehen. Bei der einen Ausführungsform (Fig. 1 und 2) dient das Excenter e des Knopfes k zur Bewegung der die Magnetnadel nebst Zeiger arretirenden Federn $f f'$ und

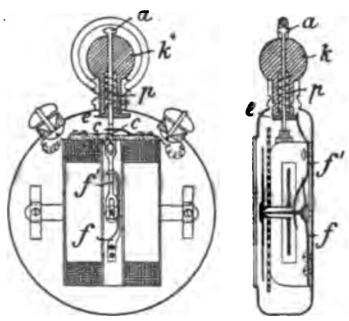



Fig. 1. Fig. 2.

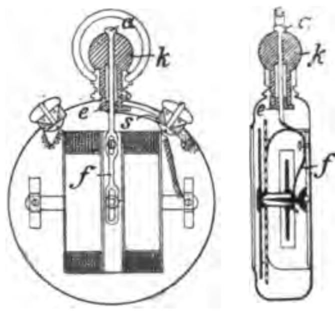
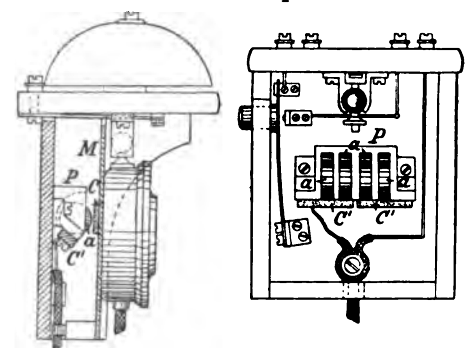


Fig. 3. Fig. 4.

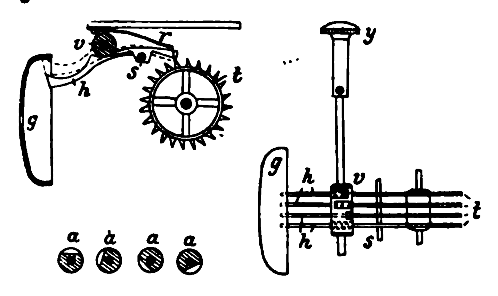
der Stift a zur Herstellung eines Kontaktes zwischen den Federn $c c$ behufs Einschaltung der Galvanoskopwindungen in den Stromkreis, während bei einer anderen Ausführungsform (Fig. 3 und 4) die Arretirung der Nadel durch den Knopf a erfolgt, indem dieser die gekrümmte Stange f unter die Nadel schiebt. Der Stromschluss wird in diesem Falle durch das Excenter e bewirkt, welches durch Gehäuse und Knopf k mit dem einen Ende der Galvanometerwindungen verbunden ist und bei der Drehung mit einer an die Leitung angeschlossenen Kontaktfeder s in Berührung kommt.

Mikrophon. Von Br. Abdank-Abakanowicz in Paris. No. 46552 vom 13. April 1888.



Die beweglichen Kontaktstücke a haben die Gestalt von Scheiben, welche auf schräg angeordneten Kontaktplatten C' C' ruhend sich mit einem gewissen Druck gegen die Kontaktplatte C der Membran M anlegen. Zur Verhinderung einer gegenseitigen Berührung der Scheiben a sind dieselben durch Zwischenstücke P (von der Form der Zähne eines Kammes) von einander getrennt, welche gleichzeitig dazu dienen, die Bewegung der Scheiben abzuschwächen, indem eine entsprechende Reibung zwischen den seitlichen Wandungen der Zwischenstücke und den seitlichen Flächen der Scheiben stattfindet.

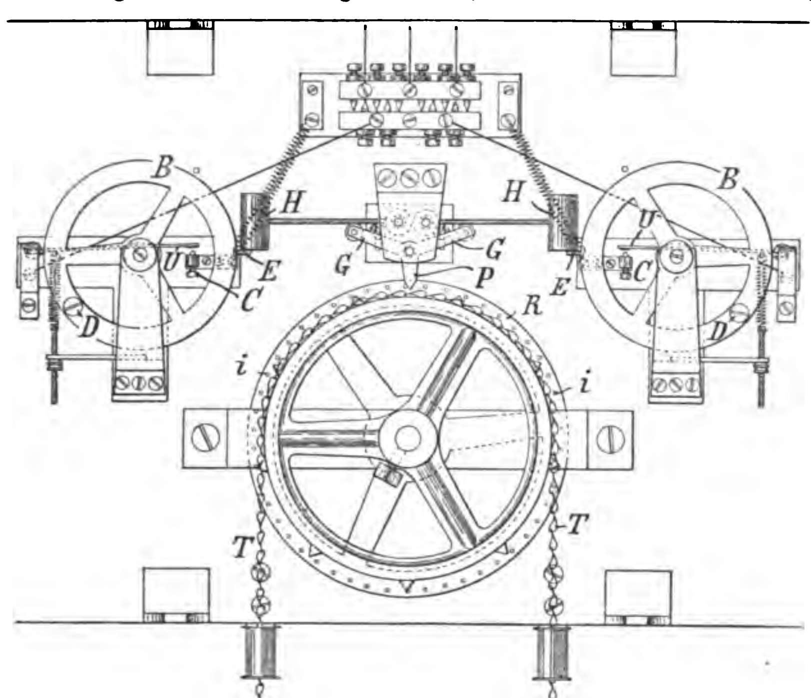
Metronom mit Walze zum Ein- und Ausschalten des Schlagwerkes. Von L. A. Plumont und F. Cochu in Beaumont sur Oise, Seine et Oise, Frankreich. No. 46506 vom 24. August 1888.



Die Aus- und Einschaltung der Hämmer des Mälzel'schen Metronoms mit Schlagwerk geschieht mittels der Walze v durch Drehung eines an der Axe derselben angebrachten Knopfes y. Versetzte Einschnitte, deren Form und gegenseitige Lage durch die Schnitte a dieser Walze veranschaulicht werden, gestatten jeweils einem der Hämmer h, welche um eine gemeinschaftliche Axe s schwingen und mit den Federn r verbunden sind, in das zugehörige Taktrad t einzugreifen, so dass der Hammer, von dem letzteren bewegt, an die Glocke g schlägt, während die übrigen Hämmer durch den vollen Theil der Walze von ihren Takträdern entfernt gehalten werden.

Kontaktwerk für elektrische Wasserstandsanzeiger. Von H. Chr. Spohr in Frankfurt a. M. No. 46448 vom 4. August 1888.

Der an der Kette *T* hängende Schwimmer des Wasserstandsanzeigers veranlasst die Drehung des Rades *R*, welches mit den Stiften *i* ausgerüstet ist. Sobald einer derselben den Arm *P* des T-förmigen Hebels *G* soweit gehoben hat, dass derselbe von dem Stift abgleitet, fällt der mitgehobene Hammer *H* nieder, schlägt auf den Stift *E* des Rades *B* und versetzt das letztere dadurch in Bewegung. Hierbei gestattet ein auf der Radwelle angebrachtes Excenter, auf welchem die Kontaktfeder *U* aufruht, dieser, sich zu senken und durch Berührung der Schraube *C* den Stromkreis zu schliessen. Der Stromschluss erfolgt aber nur für kurze Zeit, da ein am Radkranz von *B* angebrachtes Gewicht *D* das Rad *B* wieder in seine Anfangslage zurückführt und in Folge dessen *U* wieder gehoben wird. Je nachdem der Wasserstand steigt oder fällt, wird entweder die rechts- oder die linksliegende Hälfte der Kontaktvorrichtung in Anspruch genommen.



Elektrische Vorrichtung zum selbstthätigen Melden des wahren Mittags. Von R. Weissleder in Clausthal. No. 47325 vom 15. Februar 1888. Kl. 42.

Die Vorrichtung zur selbstthätigen Meldung des wahren Mittags besteht aus einem mit seiner optischen Axe in den Ortsmeridian gestellten Brennglase und einem der Brennwirkung desselben beim Eintritt der Sonne in den Meridian unterliegenden, aus zwei Metallen von ungleichem Ausdehnungskoeffizienten hergestellten Doppelstreifen, welcher in die Stromleitung einer elektrischen Anzeigevorrichtung eingeschaltet ist und, unter dem Einfluss der Brennwirkung sich krümmend, diese Vorrichtung durch Schliessung ihres Stromkreises in Thätigkeit setzt.

Für die Werkstatt.

Reinigung von Petroleumgefässen. *Revue scientifique 1889.* **44.** *No. 2.*

Gefässe, in welchen Petroleum aufbewahrt war, lassen sich auf gewöhnliche Weise nur äusserst schwer so reinigen, dass sie für anderweitigen Gebrauch verwendbar sind. Dies soll sich nach obiger Quelle leicht erreichen lassen, indem man die zu reinigenden Gefässe mit Kalkmilch, die bekanntlich aus frisch gelöschtem Kalk durch Wasserzusatz unter Umrühren erhalten wird, ausspült. Die Kalkmilch bildet dann mit dem Petroleum eine Emulsion oder eine Art Seife und entfernt so den grössten Theil des zurückgebliebenen Petroleums.

Wünscht man absolute Reinheit und Beseitigung jeder Spur von Geruch zu erzielen, so macht man eine zweite Waschung mit Kalkmilch, der man eine geringe Menge Chlorkalk zusetzte. Besonders schnell soll die Reinigung vor sich gehen, wenn man in der Wärme operirt. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **September 1889.** Neuntes Heft.

Der erste deutsche Mechanikertag.

Im Hinblick auf die wachsende Bedeutung der Präcisionsmechanik und Präcisionsoptik sowie die Entwicklung der theoretischen Instrumentenkunde hat der Vorstand der deutschen Naturforscherversammlung auf Anregung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik die Bildung einer Abtheilung für Instrumentenkunde genehmigt, deren Sitzungen sich an die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate anlehnen sollen. Der Umstand, dass diese Einrichtung eine grössere Anzahl von Mechanikern als sonst zur Theilnahme an der Naturforscher-Versammlung anregen wird, gab Veranlassung, der Ausführung eines längst gehegten Gedankens, der Einberufung eines deutschen Mechanikertages, näher zu treten. Die deutschen Mechaniker besitzen zwar in der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik bereits einen gemeinsamen Mittelpunkt, die Arbeiten dieser Gesellschaft sind indess einerseits vorwiegend wissenschaftlichen Charakters, andererseits ist das lebendige Mitwirken an den Arbeiten derselben den ausserhalb Berlins wohnenden Mechanikern erschwert. Es bleibt daher einem sich in gewissen Zeiträumen versammelnden Mechanikertage genug Arbeitsstoff übrig, um neben wissenschaftlichen Fragen über technische und vorzugsweise wirthschaftliche Fragen zu verhandeln, um gemeinsame Maassregeln behufs besserer technischer und industrieller Verwerthung des Mechanikergewerbes zu berathen, sowie den Fortschritt der mechanischen Kunst in persönlicher und sachlicher Beziehung zu fördern. Die Aufforderung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, in den Tagen vor Beginn der Naturforscher-Versammlung, am 15. und 16. September d. J., in Heidelberg einen ersten deutschen Mechanikertag abzuhalten, fand daher überall Zustimmung. Eine Anzahl von dringenden Fragen wurde zunächst aufgestellt, welche den Berathungen des Mechanikertages unterbreitet werden sollten, hervorragende Fachgenossen erklärten sich zur Berichterstattung über den gegenwärtigen Stand dieser Fragen bereit und opferwillige Mechaniker Heidelbergs übernahmen die örtlichen Veranstaltungen.

Die Verhandlungen des ersten deutschen Mechanikertages stehen unmittelbar bevor und es kann ihnen voll Hoffnung entgegengesehen werden. Es lag ursprünglich in der Absicht, die Berichte über die verschiedenen Gegenstände der Tagesordnung vor der Tagung in dieser Zeitschrift abzudrucken und so allen Theilnehmern vorher zugänglich zu machen. Leider konnten nicht alle Berichte früh genug fertig gestellt werden. Wir freuen uns aber, unseren Lesern nachstehend einen derselben auszugsweise mittheilen zu können, welcher das so wichtige Lehrlings- und Gehilfenwesen behandelt, das den Mechanikertag jedenfalls lebhaft beschäftigen wird.

Zur Lehrlings- und Gehilfenfrage.

Von Mechaniker **W. Handke** in Berlin.

Einer der wichtigsten Gegenstände, mit welchen sich der erste deutsche Mechanikertag zu beschäftigen hat, dürfte die *Lehrlings- und Gehilfenfrage* sein. Diese für die Zukunft der Mechanik so überaus bedeutsame Frage, die für selbständige Mechaniker wie für Lehrlinge und Gehilfen von gleichem Interesse ist, aber allem Anscheine nach besonders die letzteren bewegt, ist nicht zum ersten Male Gegenstand der Berathung von Mechanikern. Der im Jahre 1877 begründete Fachverein Berliner Mechaniker und die aus ihm entstandene Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat sich bereits mehrfach mit dem jetzt bestehenden Lehrlings- und Gehilfenwesen beschäftigt und die Sache auch nach mannigfachen Richtungen hin gefördert. Ehe ich mich zu den Aufgaben wende, welche der Mechanikertag in der vorliegenden Frage zu lösen hat, dürfte es sich daher empfehlen, kurz auszuführen, was zur Förderung der Sache bereits geschehen ist.

Der Fachverein Berliner Mechaniker gab gleich nach seiner Begründung im Jahre 1877 in seinem Programm das Versprechen, dem Lehrlingswesen seine volle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die Angelegenheit wurde einer Kommission überwiesen, welche die Hebung des Lehrlingswesens nach den folgenden sieben Gesichtspunkten in Angriff nahm:

1. Welche Schulbildung ist vom Lehrling zu fordern?
2. Unter welchen Bedingungen sind Lehrlinge auszubilden?
3. Wie ist in geeigneter Weise für die theoretische Fortbildung der Lehrlinge zu sorgen?
4. Durch welche Mittel ist der Eifer und Ehrgeiz der Lehrlinge zu wecken?
5. Welchen Anforderungen hat der Lehrling zu genügen, um als ausgelernt zu gelten?
6. Wie ist der Lehrling gegen einseitige Ausnutzung seiner Arbeitskraft zu schützen?

Der dritte Punkt dieses Programms hat bisher die meiste Förderung erfahren. Der Fachverein Berliner Mechaniker begründete und unterhielt aus Vereinsmitteln mehrere Jahre lang eine Fachschule für Mechaniker, die besonders durch die Herren Bamberg und Wolff überwacht wurde und in welcher Lehrlinge eine theoretische Fortbildung erhielten, wie sie den Verhältnissen unseres Faches angemessen ist. Nach mehrjährigem Bestehen wurde das für die Verhältnisse eines kleinen Vereins sehr schwierige Unternehmen im Jahre 1881 von der Berliner Stadtverwaltung übernommen und weiter ausgebildet, indem in der unter der Leitung des hochverdienten Herrn Direktor Jessen stehenden Berliner Handwerkerschule eine Fachschule für Mechaniker, an welcher auch Mechaniker als Lehrer thätig sind, eingerichtet wurde. Die jungen Leute erhalten dort eine theoretische Fortbildung in allgemeiner und fachwissenschaftlicher Beziehung und empfangen eine gründliche Ausbildung im Zeichnen, welche sich an die hauptsächlichsten Instrumententypen und die gefälligsten Formen der verschiedenen Instrumententheile anschliesst. — Die im Jahre 1884 ferner an der Berliner Handwerkerschule eingerichtete Tagesklasse für Mechaniker giebt über die Lehrlingszeit hinaus in halbjährigem Kursus dem jungen Mechaniker eine theoretische Weiterbildung, die ihn bei fortgesetzter eifriger Thätigkeit in der Praxis zur selbständigen Führung einer Werkstatt befähigen soll.

Für die fernere Behandlung der Lehrlingsfrage gaben die in Berlin in zweijährigen Zwischenräumen stattfindenden Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten mehrfach Veranlassung zu Kommissions-Verhandlungen, welche zu folgenden Ergebnissen führten:

a) Für den Lehrling wurde die Bildung der Tertia eines Gymnasiums oder einer Realschule gefordert.

b) Es wurde ein Normal-Lehrkontrakt ausgearbeitet, nach welchem ein Schiedsgericht in Lehrlingsangelegenheiten eingerichtet, sowie Probestücke beschafft werden sollten zur Beurtheilung der nach gewisser Lehrdauer zu erstrebenden Handgeschicklichkeit des Lehrlings. (Schon im März 1878 betonte die damals unter Vorsitz des Herrn Bamberg tagende Kommission die Nothwendigkeit, dass ein bestimmtes Maass minimaler Handfertigkeit in jeder Werkstatt erreicht werden müsse.)

c) Es wurden Gesichtspunkte festgestellt, nach welchen die für Ausstellungen bestimmten Arbeiten von Lehrlingen hergestellt und beurtheilt werden sollten.

Diese Ergebnisse liessen die beiden letzten Punkte des obigen Programms, welche die Forderung eines bestimmten Maasses von Fertigkeiten seitens des ausgelernten Lehrlings, sowie den Schutz des Lehrlings gegen einseitige Ausnutzung seiner Arbeitskraft im Auge haben, noch unberührt. Diese schwierigen Punkte, deren sachgemässe Lösung den Inhabern von Werkstätten allerdings Opfer auferlegen würde, wurden in einer im Jahre 1882 tagenden Kommission von den Herren Haensch, Handke, Glaue, Oeltjen und Wolff berathen, deren Verhandlungen zu folgenden sieben Anträgen an die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik führten:

1. Auf Kosten der Gesellschaft sind Probestücke, Modelle anzufertigen, nach welchen die Leistungen der Lehrlinge bei verschiedener Lehrdauer zu taxiren sind.

2. Bei den Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten sind sämmtliche Lehrlinge, welche ein Jahr und darüber gelernt haben, auszustellen verpflichtet.

3. Die Gesellschaft ist berechtigt, Lehrlinge, deren ausgestellte Arbeiten aussergewöhnlich über oder unter der Normalfertigkeit stehen, welche für die betreffende Lehrdauer festgestellt ist, durch eine Kommission zu prüfen.

4. Die Mitglieder der Gesellschaft sind verpflichtet, den Normal-Lehrkontrakt einzuführen, um so die in demselben enthaltenen Bestimmungen über Schiedsgerichte, Probestücke u. s. w. wirksam zu machen.

5. Ueber die Anzahl der Lehrlinge in den Werkstätten der Mitglieder werden Listen geführt.

6. Diese Listen sind zur Einsicht der Mitglieder bereit zu halten, auch ist in jedem Jahresbericht der Bestand an Lehrlingen anzugeben.

7. Im Lehrzeugniss ist die Art der Arbeit zu verzeichnen, in welcher der Lehrling hauptsächlich ausgebildet wurde.

Diese sieben Anträge wurden unter dem 2. Mai 1882 seitens der Gesellschaft zum Beschluss erhoben, — harren aber noch immer ihrer Durchführung. Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat seitdem ihre Thätigkeit auf dem vorliegenden Gebiete ruhen lassen; Sache des ersten deutschen Mechanikertages ist es, dieselbe wieder aufzunehmen.

Der deutsche Mechanikertag hat in den vorstehenden sieben Punkten den Ausdruck der Meinung vieler Kollegen, die unser Fach kennen und dasselbe sachgemäss fortbilden wollen. Wenn der Mechanikertag diese Beschlüsse zu den seinigen macht und auch die Mittel findet, sie auszuführen, so wird er unserem Fache einen grossen Dienst geleistet haben. Es soll indess nicht behauptet werden, dass die obigen Punkte vollständig das Richtige treffen; die Berathungen werden zeigen, in welcher Beziehung sie der Abänderung oder Erweiterung bedürfen. Ich glaube, dass die obigen Beschlüsse noch einer sehr wichtigen Erweiterung bedürfen und erlaube mir, dem Mechanikertage folgenden Vorschlag zur Berathung zu unterbreiten:

„In Erwägung, dass bei der vielfach einseitigen Ausbildung des Lehrlings „in Werkstätten für Specialfabrikation dem Lehrling keine Kenntniss davon wird, „was später in anderen Werkstätten von ihm als Minimalleistung verlangt wird, „schlage ich die Errichtung von Lehrsälen vor, in welchen von tüchtigen „Praktikern bewährte Arbeitsmethoden gezeigt und die Werkzeuge gebräuchlichster „Art erklärt werden, soweit deren Zusammenstellung dies nöthig macht. Diese „Kurse können sich an Handwerker- oder Fachschulen anschliessen und diese gewissermaassen erweitern."

Zur näheren Begründung dieses Vorschlages erlaube ich mir Folgendes aus meiner Erfahrung anzuführen: Ich habe sehr viele junge Gehilfen kennen gelernt, die Alles zu verstehen erklärten, aber Schraubstock oder Drehbank nicht zu behandeln wussten. Wie ein Support gangbar zusammengesetzt wird, wie die Stichel für die verschiedenen Metalle aussehen müssen, ist sehr Vielen nicht bekannt. Bei der einseitigen Fabrikation vieler Werkstätten, in denen die jungen Leute als Lehrlinge, Volontäre oder jugendliche Arbeiter beschäftigt werden, haben diese oft gar nicht Gelegenheit, etwas Anderes als ihre ganz specielle Arbeit zu sehen. Und die jungen Leute möchten doch so gern etwas Tüchtiges lernen! Selbst bei solchen Lehrlingen, die in theoretischen Kenntnissen schwach sind, und vielleicht bei diesen am meisten, ist vielfach der Trieb zu erkennen, in der Werkstatt, in der Arbeit sich hervorzuthun. Mehrfach habe ich bei Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten beobachtet, mit welchem Interesse die Lehrlinge die Arbeiten ihrer Genossen beobachten und taxiren. — Die Berliner Fachschule für Mechaniker hat den von mir vorgeschlagenen Weg bereits betreten, indem sie neben Instrumenten auch ganze Kollektionen von Drehstählen zur Ansicht giebt. Die blosse Ansicht aber genügt nicht, wenn nicht auch der praktische Gebrauch der Werkzeuge gezeigt wird. Zu diesem Zwecke sind jahrelange Arbeitskurse nicht erforderlich. Man führe z. B. eine Anzahl von Lehrlingen an eine Drehbank, zeige ihnen, wie ein Support gangbar zusammengesetzt wird, zeige ferner praktische Centrirmethoden für grobe Stücke, welche zwischen Spitzen gedreht werden sollen, zeige weiter die Anwendung verschiedenartig geformter Drehstähle, und jeder strebsame Lehrling wird bei Gelegenheit versuchen, das Gesehene praktisch nachzumachen.

Der Segen einer solchen Arbeitsschule würde sich auch darin äussern, dass die Lehrlinge schon erkennen lernen, ob ihre Lehrwerkstatt wohl geeignet ist, ihnen bei vollem Fleisse auch das zu bieten, was sie für andere Werkstätten brauchen. Die Folgen einseitiger Ausnutzung, welche die Eltern der Lehrlinge selten beurtheilen können, würden hierdurch gemildert werden.

Bei weiterem Ausbau solcher Arbeitsschulen seitens des deutschen Mechanikertages könnte ferner festgestellt werden, was von den Werkstatt-Inhabern als

minimale Leistung eines Gehilfen verlangt werden kann und muss. Nach Vollendung des Lehrzeit soll nach meinem Dafürhalten der angehende Gehilfe Folgendes mindestens können und als minimale Handfertigkeit aufweisen:

1. Er soll vor allen Dingen die einfachsten Werkzeuge kennen, mit denen er arbeitet, den Schraubstock ordnungsmässig ansetzen, Feilen und Hämmer gerade aufstielen können; er soll ferner eine Drehbank in allen ihren Theilen korrekt zusammenzustellen und gangbar zu halten verstehen, auch Kenntniss der Schutzvorrichtungen haben.

2. Der Ausgelernte soll nach vorgezeichneten Strichen einfache Gegenstände befeilen können. Das sogenannte Strichfeilen soll der junge Gehilfe wenigstens insoweit verstehen, dass bei Anwendung einer Feilschablone die Feile ihre Zähne behält.

3. Der Gehilfe soll nach Vorzeichnung genau ankernen können.

4. Der Gehilfe soll im Stande sein, einen leidlichen Bohrer zu machen, und die Arten desselben für verschiedene Zwecke kennen.

5. Der Gehilfe soll einen laufenden Kernpunkt in ein eingespanntes Stück Metall auf der Drehbank einstechen und ein laufendes Loch bohren können.

Ohne die wünschenswerthen minimalen Handfertigkeiten im Einzelnen ganz erschöpfend anführen zu wollen, glaube ich doch die nachstehenden Kenntnisse und Fertigkeiten noch als von den jungen Gehilfen zu verlangende bezeichnen zu müssen:

6. Futtern von Rohren; Einrichtung der Futter hierzu.

7. Plandrehen; richtige Wahl der Stähle und der Umdrehungsgeschwindigkeiten hierzu für die verschiedenen Materialien, wie Messing, Rothguss, Stahl, Eisen u. s. w.; Herstellung und Angiessen des Kitts hierzu.

8. Richtige Herstellung der Drehstähle, ohne sie zu verbrennen; Fähigkeit, mit dem Handstichel (Grabstichel) richtig zu arbeiten.

9. Anfertigen von Schraubenziehern; Schärfen von Metallsägen u. s. w.

10. Planiren von Blechen, z. B. eines quadratischen Stückes Blech von 200 *mm* Seite.

Wenn diese Fertigkeiten, abgesehen von allen Arbeiten des Zusammenschraubens und des Fassens als minimale Fähigkeiten aller unserer ausgelernten Lehrlinge bezw. jungen Gehilfen gelten dürfen, dann wohl unserer Kunst! Sache des Mechanikertags ist es, dies anzustreben.

Eine sachgemässe Förderung des Lehrlingswesens wird auch die in unserer Zeit besonders schwierige Lösung der Gehilfenfrage erleichtern, zu welcher ich mich jetzt wenden will. Wenn eine allgemeine Aneignung minimaler Handfertigkeiten dazu führen wird, dass ein grosser Theil der jungen Gehilfen nicht mehr, wie jetzt häufig der Fall ist, die Erzielung eines geschäftlichen Nutzens der Werkstattinhaber gefährdet, wird es auch möglich sein, die Gehilfen besser zu stellen. Die meisten der jetzigen selbständigen Mechaniker sind selbst Gehilfen gewesen, haben sich durch harte Arbeit zur Selbständigkeit emporgearbeitet und nehmen zum grössten Theile auch als Werkstattinhaber an der Arbeit Theil; sie erblicken in dem Gehilfen den Fachgenossen, nicht aber den blossen Arbeiter, wie sich die Gehilfen heute gern nennen, und wünschen, mit ihnen in friedlicher Weise die Lösung der Gehilfenfrage anzustreben, erwarten aber auch, dass dieses friedliche Entgegenkommen erwiedert wird und dass nicht an Stelle gemeinsamer Berathungen der Kampf tritt. Prüfen wir einmal die seitens des Gehilfenverbandes, theils mündlich, theils in ihrem Organe aufgestellten Forderungen. Ich möchte dieselben in berechtigte und in unberechtigte Forderungen eintheilen.

A. Berechtigte Forderungen.

1. Die Forderung eines Minimallohnes von 18 bezw. 21 Mark (für grössere Städte) will ich ohne Weiteres zugestehen, wenn nur die von mir näher erläuterte minimale Handfertigkeit seitens des Gehilfen vorhanden ist. (Was wird aber mit Gehilfen, die diese äusserst bescheiden vorgezeichnete Grenze nicht erreicht haben?)

2. Die Forderung einer 10-stündigen Arbeitszeit, bei früherem Schluss am Sonnabend, ist berechtigt.

3. Ueberstunden, wie Sonntagsarbeit, sollen im Allgemeinen nicht stattfinden. Tritt die Nothwendigkeit derselben ein, so sollen sie mit einem Plus von nicht unter 10 Pf. pro Stunde bezahlt werden. Der Gehilfe soll aber dann, auch ohne eidesstattliche Versicherung der Nothwendigkeit derselben, zu Ueberstunden verpflichtet sein.

4. Eine berechtigte Forderung der Gehilfen, welche auch die Kommission der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik vom Jahre 1882 bereits anerkannt hat, ist es, dass nicht zu viel Lehrlinge in einer Werkstatt angenommen werden sollen. Die Gefahr, dass beim Vorhandensein vieler Lehrlinge in einer Werkstatt der einzelne nicht genügend ausgebildet werden kann, ist naturgemäss eine grosse, abgesehen von allen Bedenken wirthschaftlicher Art. Das Interesse daran, dass die Lehrlinge einerseits gut ausgebildet werden, und andererseits ihre billigere Arbeitskraft nicht über Gebühr ausgenutzt werde, haben aber nicht allein die Gehilfen, sondern auch die Werkstattinhaber und in letzter Linie das staatliche Gemeinwesen überhaupt. Da aber bis jetzt keine gesetzlichen Bestimmungen existiren, welche dem Missbrauche im Lehrlingswesen steuern, bleibt kein anderes Mittel als ein moralischer Druck übrig, wie ihn die Beschlüsse der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik vom Jahre 1882 wollen.

5. Dass dem Gehilfen zur rechten Zeit der Verdienst ausgezahlt wird, ist selbstverständlich; es ist aber vielleicht nicht überflüssig, dies besonders auszusprechen.

6. Endlich darf der Gehilfe diejenige Behandlung erwarten, wie sie der Würde unseres Faches entspricht. Ich wünsche dafür aber auch jeden Gehilfen so ausgebildet und verständig, dass ein freundlicher Ton auch einen bereiten Willen findet und dass u. A. die so nothwendige Werkstatts-Ordnung nicht als tyrannischer Zwang empfunden wird.

B. Unberechtigte Forderungen und Maassnahmen der Gehilfen.

1. Die von den Gehilfen gewünschte Aufhebung der Akkordarbeit halte ich solange für unberechtigt, als nicht nachgewiesen ist, dass alle Gehilfen Pflichtgefühl genug besitzen, dem Lohne entsprechend auch zu arbeiten.

2. Unberechtigt ist das Verhängen der sogenannten „Sperre“ über eine Werkstatt, so lange nicht ein aus Arbeitgebern und Arbeitnehmern zusammengesetztes Schiedsgericht über den Fall entschieden und den Gehilfen Recht gegeben hat.

3. Unangemessen und unberechtigt sind ferner öffentliche Aufforderungen an neuangekommene Gehilfen, sich über die Werkstatts-Verhältnisse des betreffenden Ortes Auskunft vom Verbandsdelegirten zu holen.

4. Die Forderung der Gehilfen, den Lehrlings- und Gehilfen-Nachweis ausschliesslich ihnen selbst zu überlassen, ihnen die Befugniss zu geben, Werkstattsinhaber, welche nach ihrer Meinung zu viele Lehrlinge halten, öffentlich zu tadeln, halte ich gleichfalls für unberechtigt. Es kann unmöglich, wie dies im Wunsche

der Gehilfen liegt und durch Verhängung von „Sperren“ auch schon zum Ausdruck gekommen ist, den Gehilfen das Recht zugestanden werden, nach Gefallen einer Werkstatt Gehilfen zuzusenden oder zu versagen. Der Mechanikertag wird diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit zu widmen haben.

Zu einer gedeihlichen Lösung der Lehrlings- und Gehilfenfrage auf Grund der vorstehenden Auseinandersetzungen wird es eines Zusammenhaltens der selbständigen Mechaniker bedürfen, die in einer besonderen, ständig dieser Frage gewidmeten Abtheilung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik ihren Ausdruck finden könnte. Ich erlaube mir daher meine Ausführungen in folgendem Antrage zusammenzufassen:

Der erste deutsche Mechanikertag zu Heidelberg wolle beschliessen: Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik wird ersucht, eine besondere Abtheilung einzusetzen, welcher die Förderung und Lösung der Lehrlings- und Gehilfenfrage übertragen wird. Die erforderlichen Mittel erhält die Abtheilung bezw. Kommission durch besondere Jahresbeiträge. Mitglied der Abtheilung kann jeder selbständige Mechaniker werden, der seinen Jahresbeitrag zahlt. Die Arbeiten der Abtheilung sollen auf folgende Punkte gerichtet sein:

A. Ausbildung der Lehrlinge und Schutz gegen einseitige Ausnutzung derselben.

1. Es soll die Gründung von Fachschulen in Städten, wo solche zu errichten möglich ist, nach dem Muster der Berliner Fachschule für Mechaniker und in Verbindung mit praktischen Arbeitskursen angestrebt werden.

2. Es wird eine Statistik über Anzahl der Lehrlinge in den einzelnen Werkstätten, Lehrbedingungen u. s. w. angelegt und laufend geführt.

3. Die einheitliche Einführung eines Normal-Lehrkontrakts, in welchem die Einrichtung von Schiedsgerichten, sowie von Normal-Probestücken vorgesehen ist, wird angestrebt.

4. In Lehrzeugnissen ist die specielle Art der Arbeit anzugeben, in welcher der Lehrling ausgebildet ist.

B. Gehilfenwesen.

1. Es wird eine friedliche Vereinbarung mit den Forderungen der Gehilfen angebahnt.

2. Der Gehilfennachweis darf nicht ausschliesslich in den Händen der Gehilfen liegen.

3. Die Abschaffung der Akkord-Arbeit kann nicht befürwortet werden.

4. Für eine zehnstündige Arbeitszeit pro Tag soll als Minimallohn pro Woche in kleineren Städten 18, in grösseren 21 Mark gezahlt werden, sofern der Gehilfe eine genau bestimmte Minimalleistung dagegen bietet. Ueberstunden und Sonntagsarbeit sollen nur ausnahmsweise stattfinden und durch mindestens 10 Pf. höheren Lohn pro Stunde honorirt werden, doch sollen die Gehilfen im Bedarfsfalle zu Ueberstunden verpflichtet sein.

5. Es ist eine einheitliche Werkstatts-Ordnung anzustreben, die schon im Hinblicke auf gesetzliche Bestimmungen (Polizei und Berufsgenossenschaft) nothwendig ist.

6. Ein innerhalb der Abtheilung gewählter Vertrauensrath hat die Interessen der Mitglieder wahrzunehmen.

Die vorstehend erörterte Lehrlings- und Gehilfenfrage wird den Mechanikertag lebhaft beschäftigen, auch andere wichtige Fragen harren gemeinsamer Berathungen: in technisch-wissenschaftlicher Beziehung die Einführung einheitlicher Schraubengewinde, sowie die Herausgabe und Einrichtung eines Mechaniker-Kalenders, in gewerblich-wirthschaftlicher Hinsicht die Beseitigung der Schwierigkeiten bei der Beschaffung von Doppelspath, Herbeiführung günstiger Zollverhältnisse für die ins Ausland auszuführenden wissenschaftlichen Instrumente, die Anwendung der Unfallgesetze, u. A. m. Ausführliche Mittheilungen über die Berathungen des Mechanikertages werden im nächsten Hefte veröffentlicht werden. Wir wünschen und hoffen, dass die Verhandlungen zum Besten der mechanischen Kunst beitragen mögen und rufen dem ersten deutschen Mechanikertage ein herzliches *Glück auf!* zu.

Die Anlauffarben des Stahls.

Von

Direktor Dr. **L. Loewenherz.**

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Gehärteter Stahl wird durch Erwärmung auf Temperaturen zwischen 220 und 350 Grad angelassen, um ihm einen Theil seiner Härte zu nehmen; die beim Anlassen erzeugten Anlauffarben werden als Kennzeichen der dem Stahl dann noch verbliebenen Härte angesehen. Auch bei weichem Stahl lassen sich durch Erwärmung Anlauffarben erzeugen, und dies geschieht hier vorzugsweise zu Zierzwecken. Bei den üblichen Verfahren zum Anlassen (Erwärmung im Sandbad oder in einem Metallbad) gelingt es jedoch nur selten, eine grössere Fläche gleichmässig zu färben; bei grösseren Arbeitsstücken mit mehreren Flächen ist eine durchweg gleichartige Färbung auf solchem Wege überhaupt nicht zu erzielen. Bei der amtlichen Beglaubigung von Stimmgabeln durch die Reichsanstalt trat aber das Bedürfniss auf, sämmtliche Flächen derselben stählernen Gabel gleichmässig blau anzulassen. Dies gelang in vollkommener Weise durch Anwendung eines heissen Luftbades, wobei das Verfahren sich so handlich und einfach gestalten liess, dass es mit geringen Kosten in jeder Werkstatt angewandt werden kann. Die Reichsanstalt begnügte sich aber nicht mit der Ausbildung des Verfahrens, sondern benutzte dasselbe auch zu weitergehenden Versuchen über die Bedingungen, unter welchen bei verschiedenen Stahlsorten, und zwar sowohl bei gehärteten als weichen Stücken, die einzelnen Anlauffarben eintreten. Hierbei stellte man fest, dass die üblichen Angaben über den Grad der Erwärmung, welcher die einzelnen Farben hervorruft, nur geringen Werth haben. Denn zunächst fand man in Uebereinstimmung mit einigen ähnlichen Ergebnissen von Strouhal und Barus [1]), dass die Temperatur allein für das Auftreten einer bestimmten Anlauffarbe überhaupt nicht maassgebend ist, dass vielmehr auch bei einer niederen Temperatur, wenn dieselbe längere Zeit anhält und unter eine gewisse Grenze nicht hinuntergeht, diejenigen Farben erzielt werden können, für welche bei kurz anhaltenden Erwärmungen höhere Temperaturen nöthig sind. Ausserdem wies man aber nach, dass die Be-

---

[1]) Ueber Anlassen des Stahls und Messung seines Härtezustandes, *Wied. Ann., N. F. 1880. 11. S. 930.* — In diesem Aufsatz bleiben die Anlauffarben ganz ausser Betracht, nur für das thermoelektrische Verhalten des Stahls werden dort ähnliche Beziehungen nachgewiesen, als es hier für die Anlauffarben geschieht (Vergl. S. 322).

dingungen für das Auftreten einer gewissen Anlauffarbe mit der Zusammensetzung des Stahls überaus wechseln und dabei für denselben Stahl andere sind, wenn er in gehärtetem, als wenn er in weichem Zustande sich befindet.

Aus der Thatsache, dass dieselben Farben bei verschiedenen Temperaturen erlangt werden können, lässt sich ohne Weiteres folgern, dass beim Anlassen von hartem Stahl der Grad der zurückbleibenden Härte nicht nur durch die Anfangshärte, sondern auch durch die Art des Anlassverfahrens bedingt wird. Eine grosse Reihe von Versuchen ist bereits angestellt worden, um für die Vergleichung der Härten von solchen, auf verschiedene Art angelassenen Stahlstücken zahlenmässige Unterlagen zu erlangen, doch hat dieser Theil der Arbeiten zu brauchbaren Vergleichszahlen noch nicht geführt. Er soll unter Anwendung vollkommener Methoden für die Vergleichung der Härtegrade demnächst fortgeführt werden. Trotz der Wichtigkeit gerade dieser Seite der Frage erschien es nicht zweckmässig, die Veröffentlichung auch der anderen Versuchsergebnisse noch länger hinauszuschieben.

Vorauszuschicken ist schon hier, dass die Anlauffarben durch eine langsam fortschreitende Oxydirung der Stahloberflächen entstehen[1]). Nach Reiser[2]) unterscheidet man in der Praxis die nachstehenden Farben: Hellgelb, Dunkelgelb, Gelbbraun (Orange), Braunroth, Purpurroth, Violett, Kornblumenblau (Dunkelblau), Hellblau und Grau (Meergrün); von irgend zwei Farben dieser Reihenfolge soll in diesem Aufsatz die voranstehende als „frühere", die andere als „spätere" oder „höhere" bezeichnet werden.

Im Folgenden soll zuerst das Luftbad für die Erzeugung der Anlauffarben und seine Handhabung beschrieben werden; daran werden sich einige weitere für die Praxis wichtige Anweisungen und Beobachtungen anreihen. In einem zweiten Abschnitt soll sodann über die Untersuchungen berichtet werden, welche behufs Feststellung der Bedingungen für das Eintreten der einzelnen Anlauffarben hier angestellt worden sind. Diese Versuche haben sich in einigen wenigen Fällen nicht auf Stahl beschränkt, sondern auch auf Stücke von Kupfer und von Messing ausgedehnt.

Die Versuche sind fast durchgängig von Herrn Richard Schwirkus unter Aufsicht und zum Theil unter thätiger Mitwirkung des Werkstattvorstehers Herrn Franc von Liechtenstein ausgeführt worden.

I. Die Erzeugung der Anlauffarben im Luftbade.

1. Die Einrichtung und Handhabung des Bades.

Die Einrichtung des in jeder Werkstatt leicht anzufertigenden Luftbades zur Erzeugung gleichmässiger Anlauffarben auf beliebig grossen Stahlstücken rührt von Herrn Schwirkus her. Die Figuren 1 und 2 bez. 2a stellen zwei solche Apparate dar, Figur 1 einen solchen für das Anlassen kleinerer Stücke, in etwa 0,1 der wirklichen Grösse, die Figuren 2 und 2a einen Apparat für das Anlassen grösserer Stücke in 0,2 der wirklichen Grösse.

Der Apparat der Figur 1 besteht aus zwei in einander geschobenen cylin-

[1]) Um dies zu beweisen, genügt es, ein Stahlstück in ein Bleibad einzusenken; der Stahl schwimmt im Blei und nur ein Theil seiner Flächen bleibt der freien Luft ausgesetzt. Lässt man das Bad erkalten und entfernt sodann das anhaftende Blei von den Stahlflächen, so zeigen diese ihre Naturfarbe, soweit sie in Blei eingesenkt waren, während die mit der freien Luft in Berührung gewesenen Flächen entsprechend gefärbt sind. — [2]) Reiser: *„Das Härten des Stahles in Theorie und Praxis*, Leipzig, bei Arthur Felix 1881.

drischen Rohren *M* und *m* aus Eisenblech. Das weitere Rohr *M* ist aussen mit Asbest bekleidet und wird unten von einem nach innen gewölbten Siebboden mit Löchern von etwa 4 *mm* Weite geschlossen, über welchem in gewissem Abstande eine Scheibe *z* aus engmaschiger Eisendrahtgaze liegt. Das innere Rohr *m* hat einen ebenen Boden und trägt oben einen ringförmigen Ansatz *d*, welcher zugleich den Deckel für den Hohlraum zwischen *M* und *m* bildet. In das Rohr *m* passt der Einsatz *e*, der an einem mit zwei Henkeln versehenen Metallringe von ⊔-Querschnitt befestigt ist. Der Ring ist in der Mitte durch einen Quersteg verbunden; die beiden entstehenden, halbkreisförmigen Ausschnitte werden durch eben solche Glasplatten *g* bedeckt, welche auf Asbestunterlagen ruhen. Die Glasplatten müssen einigermaassen dicht aufliegen, um das Eintreten von kalter Luft in das Innere des Cylinders *m* von aussen her zu verhüten, dabei ist aber Spielraum für die Ausdehnung des Glases bei den hohen Temperaturen vorzusehen, um ein Springen zu verhüten. Manchmal ist es zweckmässig, die Glasplatten *g* der Figur 1 durch je eine zweite Scheibe zu überdecken, welche an den Seiten wiederum auf Asbest aufruht, so dass zwischen den auf einander liegenden Glasplatten eine Luftschicht bleibt. Der Mantel *M* steht auf drei Füssen, zwischen welche ein oder mehrere Gasbrenner geschoben werden können, doch lässt sich die Heizung auch durch Kohlenfeuer bewirken. Die Heizflamme schlägt gegen den Boden von *M*, und die Verbrennungsgase steigen durch das Siebnetz *z* im Innern des Hohlraumes *M m* in die Höhe; sie entweichen durch die Löcher, welche in dem Deckel *d* vorgesehen sind und mit Hilfe eines gleichfalls mit Löchern versehenen Drehschiebers *s* theilweise oder ganz geschlossen werden können, um den Abzug der Gase und damit die Erwärmung des Luftbades im Innern des Cylinders *m* zu regeln.

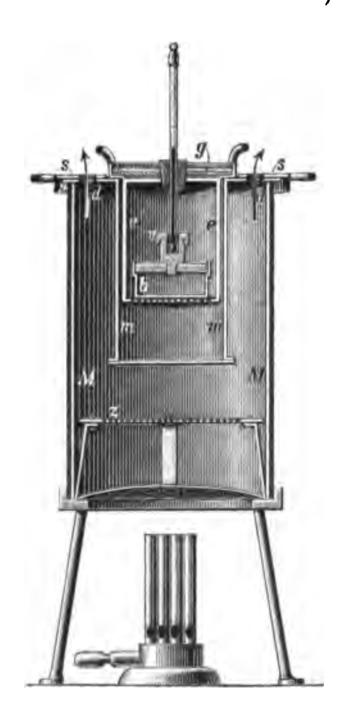




Fig. 1.

Die Brücke *b* zur Aufnahme des anzulassenden Stahlstückes wird auf den Einsatz *e* aufgesetzt; ihre Gestalt ist je nach der Form der Stahlstücke zu wählen. In Figur 1 trägt die Brücke ein Stück *v*, wie es bei den im zweiten Abschnitt mitzutheilenden Versuchen neben anderen vielfach benutzt worden ist. *v* ist ein Cylinder, dessen obere Fläche eben geschliffen und polirt ist; er ist in der Mitte ausgebohrt, sodass das Gefäss eines Thermometers darin Platz findet. Die Vertiefung wird mit einer leicht schmelzenden Metalllegirung angefüllt, welche bei den höheren Temperaturen das Thermometergefäss mit dem Versuchsstück *v* in metallische Verbindung bringt.

Der durch die Fig. 2 und 2a veranschaulichte Apparat ist im Wesentlichen ebenso eingerichtet wie der kleinere, nur hat er viereckige Gestalt; auch sind für die Vertheilung der Verbrennungsgase in den unteren Theil des Kastens mehrere Eisenplatten *w* eingelegt, um eine gleichmässige Erwärmung zu erzielen. Der Gang der Gase wird in Figur 2 durch Pfeile angedeutet. Auch die Schiebervorrichtung zur Re-

gelung des Abzugs der Verbrennungsgase hat hier eine wesentliche Umgestaltung erfahren, sie besteht aus vier einzelnen Theilen, deren jeder eine geradlinige Verschiebung gestattet. Wie aus Figur 2a näher zu ersehen ist, liegen die Schieber *s*, *s* vorn bez. hinten, die Schieber s_1 und s_2 links bezw. rechts. Der Einsatz *e* ist an einer Seite (auf der linken Seite in den Figuren) offen, sodass die Brücke mit dem anzulassenden Stahlstück *v* nach Beendigung des Anlassens herausgeschoben werden kann, ohne berührt zu werden.

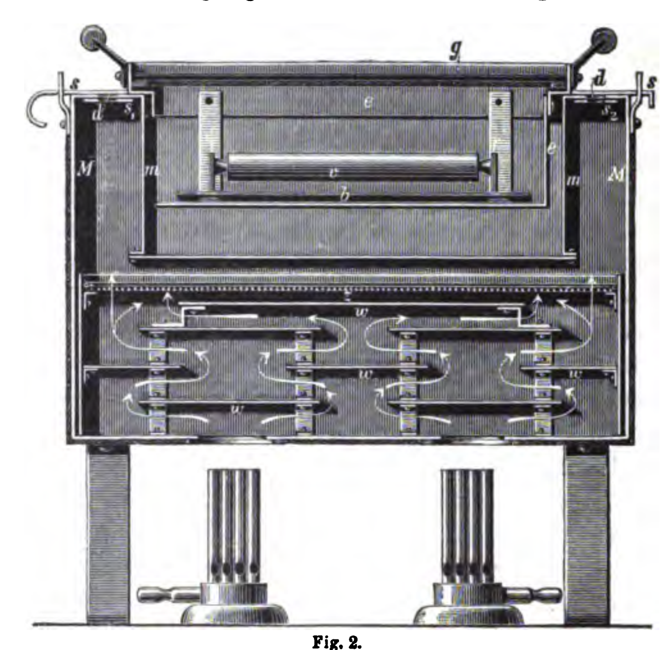


Fig. 2.

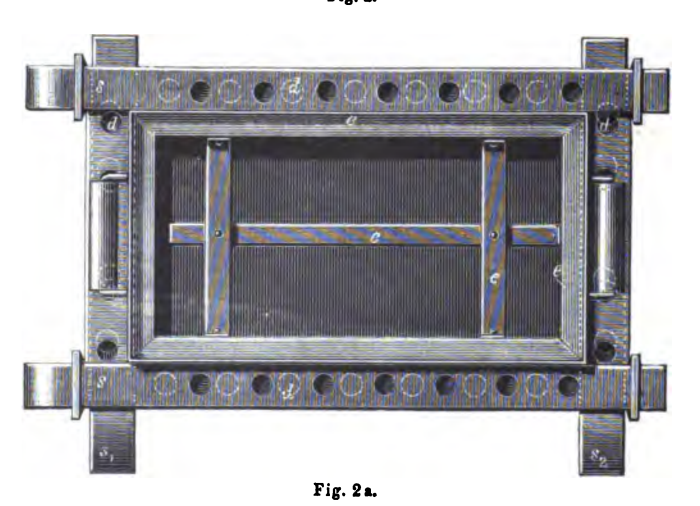


Fig. 2a.

Die Handhabung dieser Apparate ist sehr einfach. Sie werden, völlig zusammengestellt und vor dem Einhängen der anzulassenden Stahlstücke, so lange angeheizt, bis ein in das Luftbad frei eingehängtes Thermometer eine Temperatur von 230 bis 250° anzeigt oder auch ein Kügelchen englischen Zinns, das in einer kleinen Schale auf die Brücke *b* aufgebracht ist, zum Schmelzen kommt. Anfangs ist mit kleiner Flamme zu heizen und die Gluth erst nach und nach zu steigern, um das Springen der Glasplatten zu verhüten. Hat das Luftbad die gehörige Temperatur erreicht, so wird der Einsatz *e* herausgehoben und nach Auflegen des anzulassenden Stahlstückes wieder eingehängt. Hierauf beginnen die Stahlflächen nach wenigen Minuten sich zu färben. Den fortschreitenden Gang der Färbung beobachtet man durch den Glasdeckel hindurch. Nach Eintritt der erwünschten Farbe wird der Einsatz mit dem Stahlstück schnell herausgehoben und letzteres auf eine gut gereinigte Metallplatte aufgelegt. Bei sehr dünnen Stücken empfiehlt es sich, dieselben schon kurz vor Erreichung des gewünschten Farbentons aus dem Heizbade zu nehmen und in freier Luft abzukühlen, wobei ein Nachfärben (Nachlaufen) eintreten wird. Bemerkt man während des Anlassens, dass die eine Seite des Stahlstückes sich schneller färbt als die andere, so ist die Wärmevertheilung im Apparat ungleichmässig. Kann diesem Uebelstand nicht sofort abgeholfen werden, so thut man

gut, den Einsatz herauszuheben und nach Drehung um 180 Grad wieder einzuhängen, so dass nunmehr die andere Seite des anzulassenden Stückes in den wärmeren Theil des Luftbades zu hängen kommt. Ein ganz neuer Apparat ist vor dem Gebrauch wenigstens bis zum Schmelzpunkt des Bleies (325 bis 335°) zu erhitzen, um etwaige Rückstände des von der Bearbeitung herrührenden Oeles und dergleichen durch Verdampfung zu beseitigen.

Die Schönheit der Färbung hängt einerseits von der guten Politur oder überhaupt von der, noch näher zu besprechenden, vorangegangenen Behandlung der anzulassenden Flächen ab, andererseits ist auch die Beschaffenheit des Stahls von entscheidendem Einfluss. Bei einzelnen Stahlsorten haben die Farben einen viel satteren und volleren Ton als bei anderen; dies macht sich in besonders auffallender Weise z. B. bei Manganstahl bemerklich, hier tritt auch an Stelle des Gelbbraun ein schönes Goldgelb auf, das sich bei anderem Stahl nicht wieder findet[1]). Bei Wolframstahl dagegen haben die Farben durchweg ein gewisses erdiges Aussehen. Diese Verschiedenheit ist vorzugsweise auf die verschiedene Grundfarbe der einzelnen Stahlsorten zurückzuführen, wie auf S. 324 nachgewiesen werden wird. Ferner lässt sich bei dem Anlassen von gehärtetem Stahl der üblichen deutschen oder englischen Sorten in der Regel eine gleichmässige Färbung nur im Gelb oder Hellblau und Meergrün erzielen. Bei gehärtetem Stahl dieser Art sind nämlich die Flächen fast immer von Stellen mit höherem Härtegrad durchsetzt; je härter Stahl ist, um so später tritt aber nach den noch mitzutheilenden Versuchen (S. 332) unter sonst gleichen Umständen die nämliche Färbung ein; deshalb kennzeichnen sich hier die eingesprengten härteren Stellen als Flecke von einer früheren Anlauffarbe. Bei gelber Färbung ist der Unterschied noch nicht so auffallend, und bei hellblauer oder meergrüner Färbung verschwindet er wieder, vermuthlich weil mit den hohen, für diese Anlassgrade erforderlichen Erwärmungen eine hinreichende Enthärtung des Stahls verbunden ist. Bei dem Anlassen von gehärtetem Wolframstahl sind Einsprengungen von härteren Stellen nicht beobachtet worden.

2. Die Behandlung der anzulassenden Flächen vor dem Einsenken in das Luftbad.

Hochpolirte Flächen zeigen die schönsten Färbungen, doch kommt es vor Allem darauf an, dass die anzulassenden Flächen vor dem Einsenken in das Luftbad auf das Peinlichste gereinigt werden. Um jede, auch die geringste Fettschicht sowie Staub und Fasern zu entfernen, reicht ein Abwischen mit dem Lederlappen nicht aus, es bedarf sorgfältigen Abreibens mit Wiener Kalk oder dergleichen. Insbesondere sind etwaige Vertiefungen auf den Flächen, welche durch Gravirung oder Stempelung oder in ähnlicher Weise entstanden sind, mit einem spitzen Holz und Wiener Kalk oder Aether (Schwefeläther) sorgfältig auszureiben. Bleibt eine noch so dünne Fettschicht an irgend einer Stelle zurück, so wird die Fläche fleckig. Die Flecken erscheinen in einer höheren Farbe als die übrige Fläche und rühren vermuthlich von Zersetzungsprodukten des Fettes her.

Dies Verhalten gefetteter Stellen, in der Färbung vorzueilen, lässt sich nach einem von Herrn Franc von Liechtenstein herrührenden Vorschlage unter Umständen für Zierzwecke verwerthen. Ueberzieht man nämlich eine anzulassende

[1]) Auch Mangankupfer zeigt ähnliche satte Farbentöne, die Aufeinanderfolge derselben lehnt sich übrigens auffallender Weise mehr an diejenige des Stahls, als des Kupfers (S. 324) an.

Stahlfläche absichtlich mit einer ganz dünnen, aber gleichmässigen Fettschicht, so wird eine solche Fläche im Luftbade schon orange gefärbt, während unter sonst gleichen Umständen eine ganz trockene Fläche erst hellgelb erscheint, und die gefettete Fläche nimmt ein schönes Dunkelblau an, wenn die trockene Fläche noch Orange zeigt. Man kann deshalb auf derselben Stahlfläche durch theilweises Einfetten derselben verschiedene Färbungen neben einander erzeugen. Eine hinreichend dünne und gleichmässige Fettschicht gewinnt man durch Ueberreiben einer vorher ein Wenig gefetteten Stelle mit einem trockenen Lederlappen, es bleibt dann noch eben so viel Fett zurück, als nöthig ist. Bei den diesseitigen Versuchen hat man mit vier verschiedenen Fetten gearbeitet, mit Leinöl, Spermöl, Olivenöl, gemischt mit Rosmarinöl, und mit Rüböl; die Verwendung von Rüböl dürfte sich am meisten empfehlen, weil dieses die reinsten Farben zu erzeugen scheint.

Der durch Fett hervorgerufene Ueberzug ist übrigens keineswegs so haltbar als die Schicht oxydirten Metalles auf ganz trockenen Stahlflächen, denn Natron- oder Kalilauge greift den Fettüberzug an, während er die Anlauffarben auf trockenen Stahlflächen unberührt lässt. Kalte Lauge verwandelt ein Dunkelblau auf vorher gefetteter Fläche nach einigen Minuten in Orange, heisse Lauge thut dasselbe schon nach wenigen Sekunden; dieses Orange dagegen erfährt auch durch stundenlange Einwirkung der Lauge keine Veränderung mehr. Dies beweist, dass unter den Fettrückständen noch eine Schicht oxydirten Metalles liegt. Wenn gefettete Flächen bis zum Hellblau angelassen werden, so scheint das Fett ganz zu verdampfen; für diese und spätere Anlauffarben ist auch ein Unterschied zwischen gefetteten und nicht gefetteten Flächen nicht mehr wahrzunehmen.

Misslingt in Folge irgend welcher Umstände das Anlassen eines Stückes im Luftbad, so dass die Färbung ungleichmässig oder fleckig erscheint, so lässt sich die letztere nach einem, von Herrn Schwirkus angegebenen Verfahren (Ueber ein ähnliches Verfahren vgl. auch *diese Zeitschr. 1888. S. 372.*) beseitigen, ohne die ursprüngliche Politur der Flächen zu schädigen. Man taucht nämlich den kalten Stahl in eine Lösung von 1 Theil konzentrirter Schwefelsäure und 20 bis 25 Theilen Wasser, worauf der gefärbte Ueberzug in wenigen Sekunden verschwindet. Bei blauangelassenen Flächen erscheint in der Regel sofort Dunkelgelb, welches nach einigen Sekunden ebenfalls vergeht. Man darf die Säure höchstens 20 bis 30 Sekunden einwirken lassen, muss dann sofort mit Wasser abspülen und gut trocknen. Nur dann erhält man die ursprüngliche Politur, so dass das Stück sofort wieder zum Neuanlassen fertig ist, während ein zu langes Verweilen in der Säure eine matte Fläche erzeugt. Sollte etwa die Färbung bei dem Eintauchen in die Säure nicht sofort verschwinden, so reibt man mit einem in verdünnte Säure eingetauchten Läppchen die Flächen schnell nach, dagegen ist ein nochmaliges Eintauchen des Gegenstandes in die Säure nicht zu empfehlen.

II. Die Bedingungen für das Eintreten der einzelnen Anlauffarben.

1. Die bisherigen Angaben darüber.

In der Regel nimmt man an, dass bei gehärtetem Stahl die einzelnen Anlauffarben — wenigstens in gewisser Annäherung — einem bestimmten Grad seiner Erwärmung entsprechen. Allerdings finden sich in der technischen Litteratur über diese Temperaturgrade sehr abweichende Angaben. Nach den ältesten Auflagen von Karmarsch's *Handbuch der mechanischen Technologie* entspricht:

der Anlauffarbe:	die Temperatur in Graden Reaumur	somit in 100-theil. Graden
Strohgelb	180	225
Dunkelgelb	190	238
Purpurroth	200	250
Violett	210	263
Dunkelblau	258	323

In der neuen Ausgabe von Karmarsch und Heeren's *Technisches Wörterbuch*[1]) findet sich nachstehende Farbenreihe:

Blassgelb	= 220° C.	Purpur	= 277° C.
Strohgelb	= 230	Hellblau	= 288
Orange	= 255	Dunkelblau	= 293
Roth	= 265	Schwarz	= 316

Auf das Irrige in der, auch anderwärts sich vorfindenden Farbenfolge, „Purpur, Hellblau, Dunkelblau", hat bereits Reiser in seinem früher schon erwähnten Werke über „das Härten des Stahles" hingewiesen. In diesem Buche S. 78 endlich wird die folgende Reihe aufgeführt, welche auch Hermann Fischer in die neueste Auflage von Karmarsch's *Handbuch*[2]) übernommen hat:

Hellgelb etwa 220 bis	230° C.	Violett	285° C.
Dunkelgelb	240	Kornblumenblau	295
Gelbbraun	255	Hellblau	315
Braunroth	265	Grau (meergrün)	330
Purpurroth	275		

Ueber die diesen älteren Temperaturangaben zu Grunde liegenden Versuche konnte ich Näheres nicht ermitteln; wahrscheinlich sind jedoch die bezüglichen Erhitzungen in Metallbädern ausgeführt worden. Karmarsch beschreibt ein Anlassverfahren dieser Art, und vielleicht beruhen seine Temperaturangaben auf eigenen Ermittelungen bei Anwendung dieses Verfahrens. Er erwärmt eine Metallmischung in einer eisernen Pfanne, legt die anzulassenden Stahlstücke auf das wieder erkaltete Metall und erhitzt letzteres aufs Neue, bis es auf der Oberfläche zu schmelzen anfängt, worauf er den Stahl wegnimmt und in Wasser ablöscht. Es ist klar, dass bei solchem Verfahren die Temperatur der Oberfläche des anzulassenden Stückes, zumal dieses in das Metallbad nicht einmal eintaucht, hinter derjenigen des letzteren weit zurückbleibt.

A. Jarolimek[3]) hat es zuerst ausgesprochen, dass der Eintritt einer Anlauffarbe nicht bloss von der Höhe, sondern auch von der Dauer der vorangegangenen Erwärmung abhängt, ohne jedoch Versuche darüber angestellt zu haben; auch kam er zu dieser Vermuthung nur durch eine zuweitgehende Auslegung der Ergebnisse von Strouhal und Barus. Diese beiden Physiker haben nämlich in dem oben angeführten Aufsatz unter Anderem gezeigt[4]), dass das thermoelektrische Verhalten von glasharten Stahldrähten durch längere Erwärmung schon auf ziemlich niedrige Temperaturen

[1]) *3. Auflage*, bearb. von Kick und Gintl, *Band 4. S. 225.* Prag, bei Haase. *1880—1889.* — [2]) *6. Auflage. Band 1. Allgemeine Grundsätze und Mittel des mechanischen Aufbereitens. S. 220.* Leipzig, bei Baumgärtner. *1888.* — [3]) Ueber den Einfluss der Anlasstemperatur auf die Festigkeit und die Konstitution des Stahles, *Dingler's Polytechnisches Journal 1885. Bd. 255. S. 2 und 59.* — [4]) A. a. O. S. 962.

(66 und 100°) beeinflusst wird und dass ferner die Einwirkung hoher Temperaturen ganz erhebliche Veränderungen der thermoelektrischen Konstanten zur Folge hat, auch wenn sie nur während der kurzen Zeit von 1 Minute andauerte. Auf Grund der Versuche für die Temperaturen 66, 100, 180 und 330° haben die Genannten dann in vier Kurven die Abhängigkeit des Verlaufes jener Aenderungen von der Einwirkungsdauer jeder einzelnen Temperatur graphisch dargestellt. Diese Kurven hat Jarolimek durch Interpolation für die dazwischen liegenden Temperaturen zu einem Netz vervollständigt und aus letzterem ein Täfelchen abgeleitet. Dasselbe giebt für die verschiedenen Beträge, um welche sich die thermoelektrische Hauptkonstante von einem gewissen Anfangswerth an ändert, die Dauer und die Höhe derjenigen Temperaturen an, durch deren Einwirkung auf glasharten Stahl die entsprechende Veränderung veranlasst wird. Jarolimek hat aber sodann dieses — ausschliesslich für das thermoelektrische Verhalten der Drähte maassgebende — Täfelchen ohne Weiteres auf die Anlauffarben übertragen, indem er die Reihe derjenigen Temperaturen, welche nach jener Tafel bei Einwirkungsdauer von 1 Minute nöthig sind, um bestimmte thermoelektrische Aenderungen hervorzurufen, mit den von Reiser für die Erzeugung der Anlauffarben angegebenen Temperaturen vergleicht. Er nimmt also hierbei an, dass z. B. die nicht länger als 1 Minute andauernde Erwärmung von glashartem Stahl auf 225° die hellgelbe Farbe hervorrufe, die ebenso lange Erwärmung auf 232° Violett u. s. w., was schon ein roher Versuch als unzutreffend erweist[1]). Damit fällt aber auch die von Jarolimek aufgestellte und auch von H. Fischer[2]) übernommene Anweisung zur Erzeugung der durch die einzelnen Anlauffarben gekennzeichneten Härten in sich zusammen.

Uebrigens war schon der Versuch, den Jarolimek anstellte, „um sich von der thatsächlichen Wirkung mässiger Anlasstemperaturen zu überzeugen“, geeignet, die Richtigkeit seiner Auffassung zu prüfen. Er setzte nämlich glasharte Stahldrähte acht Wochen lang in einem Dampfkessel einer Temperatur von etwa 150° aus, worauf sie „sehr gut angelassen“ sich erwiesen. Die gefundene Farbe nennt er dabei nicht; nach seiner Tafel und der seinerseits ihr gegebenen Deutung hätten die Drähte roth erscheinen sollen, während sie doch wohl eine spätere Farbe gezeigt haben müssten, wenn sie als „sehr gut angelassen“ im üblichen Sinne anzusehen waren.

Vor dem näheren Eingehen auf die diesseitigen Versuche empfiehlt es sich, zunächst noch die Folge der Anlauffarben sowie die Mittel zur sicheren Erkennung der einzelnen Farbe zu besprechen.

2. Die Folge der Anlauffarben und die Erkennung der einzelnen Farben.

Die Anlauffarben entsprechen den Farben der Newton'schen Ringe, welche in der Luftschicht zwischen einer flach-konvexen Linse und einer ebenen Glasplatte auftreten. Bekanntlich entstehen die Newton'schen Farben durch Interferenz der an der oberen und der unteren Fläche der Luftlamelle reflektirten Lichtstrahlen; ist die Lamelle überall von gleicher Dicke, so erscheint sie durchweg gleich gefärbt. Die Anlauffarben der Metalle sind auf ähnliche Weise zu erklären, an

[1]) Vergl. Anm. zu S. 336. Im weiteren Verlaufe dieser Arbeiten soll auch untersucht werden, inwieweit Beziehungen zwischen den Anlauffarben und dem thermoelektrischen Verhalten des Stahls sowie seiner elektrischen Leitungsfähigkeit u. dergl. wirklich bestehen. — [2]) A. a. O. S. 221.

die Stelle der Luft tritt hier eine Schicht oxydirten Metalles, mit der Dicke dieser Schicht ändert sich die Färbung. Die bekannte Folge der Newton'schen Farben[1]) wird aber hier verändert durch die Eigenfarbe des Metalles.

Zur Bestätigung der letzteren Annahme wurden ausser Stahl auch Stücke von Kupfer und Messing angelassen. Um dabei eine Uebersicht aller für dasselbe Metall möglichen Anlauffarben zu erlangen, machte man einen Stab an einem Ende glühend und erhielt die Rothglut so lange, bis nur noch auf dem äussersten Stück des anderen Endes die Naturfarbe sich vorfand; dann sind die sämmtlichen Anlauffarben neben einander auf der Oberfläche des Stabes zu sehen. Ihre Folge entspricht genau den 5 Reihen der Newton'schen Farben, nur sind diejenigen der letzten Reihen, da sie immer dichter an einander rücken und dabei auch matter werden, schwerer zu unterscheiden; bei Kupferstäben sind die Farben der fünften Reihe überhaupt nicht beobachtet worden, die oxydirte Schicht blättert sich vielmehr schon vorher von der Metalloberfläche ab.

Die nachstehende Tafel *A* giebt die Folge der einzelnen Farben für Stäbe aus Stahl, Kupfer und Messing, wobei jedoch in der Benennung der Farben höherer Reihen subjektive Eindrücke des Beobachters nicht ausgeschlossen sind. Bei Stahl

Tafel A.

Folge der Anlauffarben für Stahl, Kupfer und Messing.

Stahl.		Kupfer.	Messing.
1. Blassgelb.	14. Violett.	1. Hellbraunorange.	1. Gelborange.
2. Hellgelb.	15. Dunkelblau.	2. Rothbraunorange.	2. Hellgoldfarbig.
3. Dunkelgelb.	16. Graues Hellblau.	3. Rosenroth.	3. Goldorange.
4. Orange.	17. Graugrün.	4. Violett.	4. Goldocker.
5. Braunroth.	18. Graues Gelbweiss.	5. Stahlweiss.	5. Braungoldfarbig.
6. Purpur.	19. Röthlichgrau.	6. Messinggelb.	6. Rosenrothgold.
7. Violett.	20. Grauviolett.	7. Dunkelgelb.	7. Violettrosenroth.
8. Dunkelblau.	21. Graublaugrün.	8. Orange (Fleischroth).	8. Hellrosa.
9. Hellblau.	22. Grau.	9. Rosenroth.	9. Stahlweiss.
10. Meergrün.	23. Blassgrauroth.	10. Blaugrün (Grünspan).	10. Gelborange.
11. Weisslichgelb.	24. Blassgraugrün.	11. Fleischroth.	11. Rosenroth.
12. Orange.	25. Blassgrauroth.	12. Blassgraugrün.	12. Blaugrün.
13. Roth.	26. Blassgraugrün.	13. Grauroth.	13. Grün.
		14. Grauviolett.	14. Gelb.
		15. Graulila.	15. Rosenroth.
		16. Stahlgrau.	16. Grün.
		17. Stumpfes Grau.	17. Roth.
			18. Grün.

sind die Farben erster Reihe, welche mit dem ersten Meergrün abschliessen, am lebhaftesten, die Farben der zweiten Reihe sind schon blasser und erscheinen mit einem mattgrauen Unterton, das Graue herrscht bei den Farben der höheren Reihen noch mehr vor. Bei Kupfer wie bei Messing kann man die erste Reihe als etwa mit Stahlweiss abschliessend ansehen; hier, zumal bei Kupfer, erscheinen die Farben der zweiten Reihe noch in sehr lebhaften Tönen, erst in den höheren Reihen stellt sich hier die graue Unterfärbung ein. Bei Stahl sind schon die Farben der zweiten Reihen wegen jenes Untertones, sowie deswegen,

[1]) Quincke, *Poggendorff's Annalen 1866. 129. S. 177.*

weil sie zu schnell aufeinanderfolgen, für praktische Zwecke nicht zu verwerthen; bei Messing und Kupfer dürfte dies eher der Fall sein, insbesondere dürfte das Messinggelb und das grünspanähnliche Blaugrün des Kupfers in diesem Sinne Beachtung verdienen. Indessen ist mir nicht bekannt, ob die Anlauffarben des Kupfers und seiner Legirungen in der Technik bisher überhaupt Verwendung finden; sollte dies noch nicht der Fall sein, so dürften Versuche in dieser Richtung sich wohl empfehlen. Für solche Zwecke ist bei Kupfer ausser den genannten Farben der zweiten Reihe vorzugsweise das schöne Rosenroth der ersten Reihe hervorzuheben, bei Messing das prachtvolle Goldgelb, welches in allen Abtönungen vom eigentlichen Goldgelb durch Orange zur kupferähnlichen Goldfarbe hin auftritt; auch das Stahlweiss des Messings erscheint als lebhafte, schöne Färbung. Zunächst müsste man allerdings noch Versuche anstellen über die Haltbarkeit der durch Anlassen erzeugten farbigen Ueberzüge auf Kupfer und seinen Legirungen.

In der Farbenreihe, welche man in der angegebenen Weise auf Metallstäben erzeugen kann, haben die einzelnen Farbenbänder eine durchaus verschiedene Erstreckung, abgesehen davon, dass, wie schon erwähnt, die Farben der höheren Reihen immer näher aneinander rücken. Bei Stahl z. B. hat die erste Farbe, das Blassgelb, naturgemäss die grösste Breite, das darauf folgende Hellgelb ist aber ein wenig schmäler als Dunkelgelb, obwohl dieses dahinter liegt. Die Breiten der Bänder für Orange und Braunroth nehmen noch weiter ab, sind aber wesentlich grösser als diejenigen der schwer gegen einander abzugrenzenden Bänder für Purpur, Violett und Dunkelblau. Die hierauf folgenden Farben, Hellblau und Meergrün, erscheinen dagegen wieder erheblich breiter als ihre letzten drei Vorgänger. Ebenso nimmt in der zweiten Reihe Hellblau einen mindest doppelt so breiten Raum ein, als jede der anderen Farben dieser Reihe. In der dritten Reihe wiederholt sich etwas Aehnliches beim Grün. Gleichartige Verhältnisse sind bei Kupfer und Messing zu beobachten.

Je breiter das Band einer Farbe im Verhältniss zu den benachbarten Farben auf den die ganze Folge enthaltenden Metallflächen erscheint, um so leichter ist es, gleichmässige Ueberzüge in dieser Farbe durch Anlassen zu erzeugen, während für Farben mit schmäleren Bändern nur bei langsamer und sorgfältiger Erwärmung der anzulassenden Stücke dasselbe zu erreichen ist.

Die Erkennung der Farbe einer angelassenen Fläche bietet manche Schwierigkeiten dar. Zunächst kommt es auf die richtige Beleuchtung an, diese muss durch diffuses weisses Licht erfolgen. Bei allen hier ausgeführten Farbenbestimmungen hat man deshalb ein in einen Rahmen eingespanntes Blatt geölten weissen Papiers in einem Winkel von etwa 45° so nahe an der farbigen Fläche aufgestellt, dass letztere ausschliesslich durch das von dem Papier zurückgeworfene Licht beleuchtet wurde. Auch bei dem Anlassen im Luftbad thut man gut, einen solchen Rahmen (oder auch eine matte Glasscheibe) schräg so anzubringen, dass das Spiegelbild des Papiers in der Stahlfläche zu sehen ist. Bei den im Folgenden mitzutheilenden Versuchen reichte dies aber zu einer sicheren Erkennung der einzelnen Farben noch nicht aus; hier war es nöthig, Farbenmuster anzufertigen und mit ihnen die während der Erwärmung fortschreitenden Anlauffarben andauernd zu vergleichen. Man stellte deshalb aus Stahlplättchen eine fortlaufende Farbenskale her, indem man für jeden einzelnen Farbenton der Tafel *A* ein Plättchen wählte, das man bis zum Eintritt der entsprechenden Anlauffarbe anliess. Für die mitzutheilenden Versuche sind in der Regel nur die Musterplättchen für die

acht Farben, Hellgelb, Dunkelgelb[1]), Orange, Purpur, Violett, Dunkelblau, Hellblau und Meergrün zur Benutzung gelangt. Blassgelb blieb ausser Acht, weil es für die Praxis von geringerer Bedeutung ist, ebenso wurde von Braunroth abgesehen, weil die Uebergänge von Orange nach Braunroth und von diesem nach Purpur überaus schwer zu bestimmen sind.

3. Der Einfluss von Gestalt, Härte und Zusammensetzung des Stahls auf das Eintreten der Anlauffarben.

Die Untersuchungen über das Eintreten der Anlauffarben bei Stahl verschiedener Art sind in Luftbädern der im ersten Abschnitt beschriebenen Einrichtung ausgeführt worden, nur für Kontrolversuche sowie für die unter 4. aufzuführenden Ermittelungen über den Einfluss lang andauernder Erwärmungen benutzte man Luftbäder mit konstanter Temperatur, bei welchen man die Erwärmung der Luft durch Dämpfe von Mineralölen bewirkte. In solchem Falle reichte es für die Bestimmung der Temperaturen der in dem Luftbad befindlichen Stahlstücke meistentheils aus, Thermometer in das Bad unmittelbar einzusenken, zumal letzteres manchmal Stunden lang auf annähernd gleicher Temperatur erhalten wurde. Bei den einfacheren Luftbädern mit Lufterwärmung durch die abziehenden Verbrennungsgase, musste man dagegen bemüht sein, die Temperatur der anzulassenden Stücke selbst zu messen und zu diesem Zwecke die Gefässe der zu benutzenden Thermometer in möglichst innige metallische Berührung mit dem Stahlstück zu bringen. Hierfür bediente man sich stets der Wood'schen oder einer leichtflüssigen Blei-Zinn-Legirung. Hatten die anzulassenden Stücke die auf S. 319 angedeutete Form cylindrischer Ringkörper (von etwa 30 *mm* Durchmesser und 30 *mm* Höhe) mit einer cylindrischen Bohrung (von rund 15 *mm* Durchmesser und 28 *mm* Tiefe), so wurde diese mit leichtflüssigem Metall angefüllt und diente für die Aufnahme des Thermometergefässes; die anderen Stücke dagegen, welchen man die Form von cylindrischen Vollkörpern (von 30 *mm* Durchmesser und 25 bis 30 *mm* Höhe) oder von flachen Stäben verschiedener Abmessungen gegeben hatte, wurden bis nahe an die anzulassende ebene Fläche in eine Metalllegirung eingesenkt, für deren Aufnahme man entsprechend gestaltete Messingwannen verwendete. In letzteren Fällen geschah die Temperaturermittelung durch wenigstens zwei, manchmal auch durch mehr in das flüssige Metall eingetauchte Thermometer. Benutzt wurden durchweg von R. Fuess in Berlin hergestellte Thermometer, welche oberhalb des Quecksilbers mit Stickstoff gefüllt sind. Die bei den endgiltigen Versuchen gebrauchten Instrumente wurden vorher wenigstens 30 Stunden lang auf ungefähr 400 Grad erhitzt, sodass eine nachträgliche Veränderung ihrer Eispunkte durch die hohen Anlasstemperaturen nicht mehr zu befürchten war. Uebrigens sind die Thermometer wiederholt mit Normalthermometern verglichen worden. Sämmtliche in den nachfolgenden Zusammenstellungen enthaltenen Temperaturangaben sind von dem Fehler, welchen die niedrigere Temperatur des aus dem Luftbade herausragenden Quecksilberfadens verursacht, bereits befreit; die in Anbetracht dieser Fehlerquelle an die ursprünglichen Thermometerablesungen angebrachten Verbesserungen betrugen je nach der Höhe der Temperaturen und den sonstigen Umständen zwischen 4 und 16 Grad.

---

[1]) Unsre beiden Farbenmuster des Hellgelb und des Dunkelgelb stimmen, wie es scheint, mit den gleichnamigen Farben Reiser's nicht genau überein, unser Hellgelb ist etwas dunkler, während unser Dunkelgelb dem Orange (Reiser's Gelbbraun) näher liegt. Vergl. Anm. zu S. 336.

Die Versuche sind vorzugsweise mit drei verschiedenen Stahlsorten ausgeführt worden: mit deutschem, aus rheinischem Rohmaterial hergestelltem Stahl, mit englischem Stahl von der Firma Spear & Jackson, und mit Wolframstahl, welcher 3,5 % Wolfram enthielt[1]). Es wurde mit Rundstahl und mit Flachstahl gearbeitet; in jedem Falle wurde aus ein und derselben Stange Stahl eine grössere Reihe von Stücken gleicher Gestalt gefertigt, die Hälfte derselben wurde gehärtet, die andere Hälfte blieb ungehärtet, auf allen wurde eine ebene Fläche sorgsam polirt. In der Regel wurde jedes Stück einzeln im Luftbade erwärmt. Die Versuche glückten nicht in allen Fällen, indem einerseits manche Körper beim Härten zersprangen, andererseits Unfälle mit den Gasbrennern, wie ein Durchschlagen der Flamme oder eine plötzliche Verstärkung des Gasdruckes, störend dazwischentraten.

Aus den zahlreichen Versuchen soll nur eine einzige zusammenhängende Reihe mit gleich- bezw. ähnlichgestalteten Stücken aus den drei verschiedenen Stahlsorten ausführlicher mitgetheilt werden, weil dieselbe am Besten geeignet ist zur Erörterung des Einflusses der Gestalt, der Härte und der Zusammensetzung des Stahls auf das Eintreten der Anlauffarben. Die Tafeln *B*, *C* und *D* (S. 328 und 329) enthalten die Ergebnisse dieser Versuchsreihe; sie bezog sich ausschliesslich auf cylindrische Stücke, jedoch sowohl auf Ring- als auf Vollkörper, wobei aber alle Körper derselben Stahlsorte aus einer einzigen Stange gefertigt waren. Die beiden Tafeln *B* und *C* geben alle wichtigen Einzelheiten der Versuche für deutschen Stahl, während in Tafel *D* die Mittelwerthe für alle drei Sorten zusammengestellt sind. Tafel *B* enthält die Versuchsergebnisse für 7 Ringkörper, 5 ungehärtete und 2 gehärtete, Tafel *C* diejenigen für 6 Vollkörper, 3 ungehärtete und 3 gehärtete; für jeden Körper wird in einer Spalte die Zeit angegeben, nach welcher — von der Einsenkung in das Luftbad an gerechnet — der Eintritt der daneben aufgeführten Anlauffarbe erfolgte, und in einer zweiten Spalte die Temperatur, welche der Stahl um diese Zeit erreichte. Die gefundenen Zeiten und Temperaturen sind ferner einerseits für die ungehärteten, andererseits für die gehärteten Körper zu Mittelwerthen vereinigt und diesen letzteren die mittlere Abweichung der einzelnen Beobachtungszahlen von ihren Mitteln beigefügt worden. Diese mittleren Abweichungen liefern demnach ein gewisses Maass für die Uebereinstimmung der für das Eintreten der nämlichen Farbe bei gleichartigen Stücken im Luftbad beobachteten Bedingungen. Dabei ist zu bedenken, dass für diese im einfachen Luftbad ausgeführten Versuche von vornherein nur eine beschränkte Genauigkeit erwartet werden darf. Denn zunächst lässt die Einrichtung des Luftbades eine genaue Regulirung seiner Anfangstemperatur nur in ziemlich weiten Grenzen zu, letztere hat aber auf den Verlauf der Erwärmung der eingehängten Stahlstücke Einfluss, ebenso wie dieser Verlauf wiederum für das Eintreten der einzelnen Anlauffarben mitbestimmend ist. Dazu kommt noch, dass selbst bei gleich hoher Anfangstemperatur des Luftbades ein durchaus gleichartiger Verlauf der Erwärmung der eingehängten Stücke nur bei konstantem Gasdruck zu erzielen ist, aber eine solche Konstanz nicht immer vorhanden war. Mit umständlicheren Einrichtungen und mit unverhältnissmässig hohem Aufwand an Zeit und Arbeitskraft hätte man eine grössere Genauigkeit durchweg erlangen können, doch erschien dies im Allgemeinen unnöthig, nur für die Feststellung besonders wichtiger Ergebnisse begnügte man

---

[1]) In einem Falle ist dieser Wolframgehalt durch Analyse nachgewiesen worden; ob die später benutzten Stangen denselben Gehalt wirklich hatten, ist noch nicht festgestellt.

Tafel B.

Eintritt der Anlauffarben bei Ringkörpern aus deutschem Stahl.

Farben.	Stücke 1 bis 5 ungehärtet.										Mittelwerthe für die ungehärteten Stücke.				Stücke 6 u. 7 gehärtet.				Mittelwerthe für die gehärteten Stücke.			
	Stück 1.		Stück 2.		Stück 3.		Stück 4.		Stück 5.						Stück 6.		Stück 7.					
	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit des Eintritts der Farben in Minuten.	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Zeiten vom Zeitmittel.	Temperatur der Stahlkörper.	Mittlere Abweich. d. bei den einzeln. Stück. beobacht. Temperat. vom Temperaturmittel.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit i. Minut., gerechn. von der Einsenkung d. Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit des Eintritts der Farben in Minuten.	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Zeiten vom Zeitmittel.	Temperatur der Stahlkörper.	Mittlere Abweich. d. bei den einzeln. Stück. beobachtet. Temperat. vom Temperaturmittel.
												Min.		Grad						Min.		Grad
Hellgelb	23	242	17	244	20	241	15	244	24	253	20	3	245	3	17	248	18	253	18	0	251	2
Dunkelgelb . . .	25	256	19	255	22	257	17	261	25	261	22	2	258	2	20	268	21	261	21	0	265	3
Orange	27	265	21	265	23	266	18	273	26	271	23	2	268	3	21	280	23	285	22	1	283	2
Purpur	28	270	22	269	25	274	20	280	28	280	25	2	275	3	27	300	30	306	29	2	303	3
Violett	29	274	25	276	27	281	21	287	30	288	27	2	281	5	31	314	34	311	33	1	313	1
Dunkelblau . . .	31	280	26	281	28	287	23	292	32	296	28	2	287	7	34	323	41	316	38	3	320	3
Hellblau	39	300	36	306	36	314	30	308	35	307	35	2	307	3	39	332	48	327	43	4	330	2
Meergrün	55	314	46	317	41	326	36	320	42	326	44	5	321	4	44	345	55	346	50	5	346	0

Tafel C.

Eintritt der Anlauffarben bei cylindrischen Vollkörpern aus deutschem Stahl.

Farben.	Stücke 1 bis 3 ungehärtet.						Mittelwerthe für die ungehärteten Stücke.				Stücke 4 bis 6 gehärtet.						Mittelwerthe für die gehärteten Stücke.			
	Stück 1.		Stück 2.		Stück 3.						Stück 4.		Stück 5.		Stück 6.					
	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit des Eintritts der Farben in Minuten.	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Zeiten vom Zeitmittel.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Temperaturen vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit in Minuten, gerechnet von der Einsenkung des Körpers in das Bad.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Zeit des Eintritts der Farben in Minuten	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Zeiten vom Zeitmittel.	Temperatur des Stahlkörpers in Graden.	Mittlere Abweichung der bei den einzelnen Stücken beobachteten Temperaturen vom Temperaturmittel.
								Min.		Grad								Min.		Grad
Hellgelb	19	256	17	261	17	255	18	1	257	2	16	252	16	248	17	248	16	0	249	2
Dunkelgelb . . .	20	264	19	282	20	268	20	0	271	7	17	265	18	262	18	264	18	0	264	1
Orange	22	276	22	302	23	301	22	0	293	11	21	302	23	305	23	304	22	1	304	1
Purpur	24	288	25	315	29	329	26	2	311	15	26	330	29	329	27	330	27	1	330	0
Violett	29	313	28	327	31	338	29	1	326	8	29	347	32	338	29	345	30	1	343	4
Dunkelblau . . .	31	326	31	334	33	346	32	1	335	7	30	359	35	347	31	356	32	2	354	4
Hellblau	33	333	33	345	34	352	33	0	343	7	32	371	36	355	32	363	33	2	363	5
Meergrün	38	357	37	358	37	361	37	0	359	1	34	383	38	365	35	374	36	2	374	6

Tafel D.

Zusammenstellung über den Eintritt der Anlauffarben bei Ring- und bei Vollkörpern aus englischem, deutschem und Wolframstahl.

Farben.	I. Ringkörper. Ungehärtete Stücke. Englischer Stahl. 5 Versuche.			Deutscher Stahl. 5 Versuche.			Wolframstahl. 2 Versuche.			II. Vollkörper. Ungehärtete Stücke. Englischer Stahl. 3 Versuche.			Deutscher Stahl. 3 Versuche.			Wolframstahl. 2 Versuche.		
	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.	Zeit in Minuten von der Einsenkung an.	Temperatur des Stahles in Graden.	Mittlere Abweichung der beobachteten Temperatur vom Temperaturmittel.
			Grad.			Grad.			Grad.			Grad.			Grad.			Grad.
Hellgelb	24	240	2	20	245	3	16	245	3	17	246	2	18	257	2	16	258	2
Dunkelgelb . . .	26	251	3	22	258	2	19	275	3	19	260	4	20	271	7	19	277	1
Orange	28	262	2	23	268	3	23	306	1	20	275	2	22	293	11	23	295	3
Purpur	31	273	2	25	275	3	24	329	1	24	295	1	26	311	15	25	332	3
Violett	35	287	1	27	281	5	25	339	3	27	310	1	29	326	9	25,5	343	4
Dunkelblau . . .	39	295	3	28	287	7	27	352	2	29	320	1	32	335	7	26	351	2
Hellblau	46	303	2	35	307	3	29	366	0	33	335	2	33	343	7	28	363	1
Meergrün	57	309	2	44	321	4	32	386	3	37	352	4	37	359	2	32	387	5
	Gehärtete Stücke.									Gehärtete Stücke.								
				2 Versuche.			2 Versuche.			2 Versuche.			2 Versuche.			2 Versuche.		
Hellgelb	Die Stücke sind beim Härten gesprungen.			18	251	3	11	269	2	19	250	5	16	249	2	18	263	8
Dunkelgelb . . .				21	265	4	12	285	8	20	262	2	18	264	1	19	279	8
Orange				22	283	3	16	326	18	24	284	1	22	304	1	22	306	6
Purpur				29	303	3	20	342	9	29	310	5	27	330	0	26	343	3
Violett				33	313	2	21	351	4	32	323	2	30	343	4	27	355	1
Dunkelblau . . .				38	320	4	23	361	2	35	336	1	32	354	5	29	363	1
Hellblau				43	330	3	25	375	3	39	348	2	33	363	5	31	374	3
Meergrün				50	346	1	27	386	3	43	360	5	36	374	7	33	388	1

sich nicht mit den Versuchen im einfachen Luftbad, sondern fügte Kontrolen in Bädern hinzu, deren Temperatur man konstant erhalten oder nach bestimmten Gesetzen ansteigen lassen konnte[1]).

Auch in die Tafel *D* sind, um wenigstens einen ungefähren Anhalt zu gewähren für die bei den verschiedenartigen Stücken erreichte Genauigkeit, neben den Mittelwerthen aus den für die Ring- und für die Vollkörper der drei Stahlsorten beobachteten Zeiten und Temperaturen, die mittleren Abweichungen der Einzelwerthe der letzteren von ihrem Mittel aufgenommen worden, während man die mittleren Abweichungen für die Zeiten hier weggelassen hat.

An der Hand der Tafeln *B*, *C*, *D* lassen sich nun, theilweise unter Zuhilfenahme einiger weiterer Versuche, die folgenden vier Schlüsse aufstellen:

a. Lässt man Stahlkörper gleicher Gestalt, Härte und Zusammensetzung im Luftbade an, so treten die nämlichen Anlauffarben annähernd nach gleich langer Einwirkung des Bades und bei gleich hoher Temperatur des Stahles ein.

b. Bei Körpern verschiedener Gestalt findet man im Luftbade verschiedene Bedingungen für das Eintreten der Anlauffarben; dies rührt aber, wie besondere Versuche erweisen, davon her, dass mit der Gestalt des Körpers der Verlauf seiner Erwärmung im Luftbad eine Aenderung erfährt. Sorgt man dagegen für gleichartigen Verlauf der Erwärmung, so treten bei sonst gleichartigen Körpern verschiedener Gestalt die Anlauffarben unter gleichen Bedingungen ein.

c. Je härter der Stahl ist, um so höher muss seine Erwärmung getrieben werden, um unter sonst gleichen Umständen die nämliche Farbe zu erzeugen.

d. Die Zusammensetzung des Stahls beeinflusst die Bedingungen für das Eintreten der einzelnen Farben in noch höherem Grade als die Verschiedenheit der Härte.

Zu a. Ringkörper und Vollkörper sind, als nicht gleichgestaltet, in den Tafeln *B*, *C*, *D* getrennt aufgeführt. Fasst man, wie es dort geschehen, nur die gleichartigen Stücke zusammen, so steigt das Mittel der Abweichungen der für die einzelne Farbe gefundenen Temperaturen von ihrem Mittelwerth bis zu 8 Grad an; in einigen Fällen kommen bei den Farbentönen des Orange, Purpur und Violett, deren Eintreten besonders schwer zu erkennen ist, noch grössere Abweichungen vor. Für die abgelesenen Zeiten sind, wie aus den Tafeln *B* und *C* zu ersehen ist, die mittleren Abweichungen vom Durchschnittswerth verhältnissmässig geringer, in Tafel *C* gehen sie über 2 Minuten nicht hinaus, in Tafel *B* steigen sie immerhin vereinzelt bis zu 5 Minuten an. Es ist vorher auseinandergesetzt worden, worauf diese Verschiedenheiten in den Beobachtungswerthen für gleichartige Stücke zurückzuführen sind; angesichts derselben kann es aber anfänglich zweifelhaft erscheinen, ob man überhaupt berechtigt ist, Werthe, die zum Theil so weit auseinandergehen, zu Mitteln zu vereinigen. Diese Berechtigung wird jedoch durch Tafel *D* sofort erwiesen; die dort für 11 verschiedene Arten von Stahlkörpern an-

[1]) Für letzteren Zweck wurden die von Dr. Fock in *dieser Zeitschr. 1886, S. 26* beschriebenen Luftbäder benutzt; bei ihnen erfolgt die Erhitzung der Luft durch die Dämpfe eines Gemisches von Mineralölen mit verschiedenen, aber in gewissen engen Grenzen verbleibenden Siedepunkten.

gegebenen Mittelwerthe weichen, zumal wenn man die erste oder die ersten beiden Farben zunächst ausser Acht lässt, um so hohe Beträge von einander ab, dass trotz der verhältnissmässig beschränkten Genauigkeit des angewandten Versuchsverfahrens die Unterschiede in dem Verhalten der einzelnen Arten deutlich und unzweifelhaft hervortreten.

Zu b. Für Vollkörper aus englischem und deutschem Stahl findet man in Tafel *D* durchaus andere Werthe als für Ringkörper derselben Stahlsorte, und zwar treten die nämlichen Farben im ersten Falle bei höherer Temperatur, aber nach kürzerer Einwirkungsdauer auf als im anderen Falle[1]). Z. B. wird ein Ringkörper aus ungehärtetem englischem Stahl bei 295° und 39 Minuten nach seiner Einsenkung in das Bad dunkelblau, während ein derartiger Vollkörper schon nach 29 Minuten, aber bei 320° dieselbe Farbe annimmt. Für deutschen gehärteten Stahl tritt ebenso auf Ringkörpern das Dunkelblau bei 320° und nach 38 Minuten, auf Vollkörpern dagegen erst bei 354° und schon nach 32 Minuten ein. Die Erklärung für diesen auffallenden Unterschied ist in der verschiedenen Art der Erwärmung der Körper zu suchen. Während nämlich, wie früher angegeben wurde, bei der Erwärmung der Ringkörper diese von der Luft des Bades unmittelbar umgeben wurden, tauchten die Vollkörper in ein Gefäss mit flüssiger Metalllegirung, deren Gewicht ihrem eigenen etwa gleichkam. Da die spezifische Wärme der Legirung aber geringer ist als diejenige des Stahls und deshalb das Verhältniss der Oberfläche zur Wärmekapacität der Masse in beiden Fällen verschieden ist, so erwärmt sich das Metallgemisch mit dem Vollkörper schneller als der Ringkörper, obwohl auch dessen Bohrloch mit Legirung ausgefüllt war.

Um die Richtigkeit der gegebenen Erklärung zu beweisen, sind mehrere weitere Versuche angestellt worden. Zunächst hat man einen Ringkörper aus deutschem Stahl, wie sonst die Vollkörper, in die Wanne mit flüssiger Metallmischung eingesenkt, dabei aber gleichzeitig noch sein Bohrloch mit solcher Mischung angefüllt. War jene Erklärung zutreffend, so musste die Erwärmung dieses Stückes im Luftbade noch schneller vor sich gehen als diejenige eines Vollkörpers, was in der That der Fall war. Ferner hat man einen Ringkörper und einen Vollkörper von sonst gleichen Abmessungen aus Kupfer hergestellt und beide nach einander im Luftbad erwärmt, und zwar genau unter denselben Umständen, wie dies vorher mit den derart gestalteten Körpern aus Stahl geschehen war. Wie aus Tafel *G* (S. 337) zu ersehen ist, ging auch hier die Erwärmung des in die Metallmischung eingesenkten Vollkörpers schneller vor sich, als diejenige des unmittelbar in der Luft des Bades hängenden Ringkörpers; während im Anfang der Farbenbeobachtungen die Temperaturen nahe übereinstimmen, findet sich schon 15 Minuten nach der Einsenkung an dem Ringkörper eine Temperatur von 256°, an dem Vollkörper eine solche von etwa 270°. Der Unterschied tritt mit der längeren Dauer der Erwärmung noch deutlicher hervor; 25 Minuten nach der Einsenkung hat das Ringstück die Temperatur von 324°, der Vollkörper dagegen schon 370°. Der Fortschritt der Farben scheint allerdings bei Kupfer mit der Dauer der Einwirkung des Luftbades nahezu gleichen Schritt zu halten.

Mit der gegebenen Erklärung für das verschiedene Verhalten von Ring- und Vollkörpern scheint andererseits ein Umstand in Widerspruch zu stehen. Für

[1]) Für deutschen gehärteten Stahl stellen sich die beiden ersten Farben zwar auch nach kürzerer Einwirkungsdauer, aber nicht bei höherer Temperatur ein; es ist jedoch leicht erklärlich, dass die hier erörterten Unterschiede bei den niederen Farben weniger deutlich hervortreten.

Wolframstahl geht nämlich eine ähnliche Verschiedenheit aus Tafel *D* nicht hervor, obwohl die Erwärmung bei gleichgestalteten Stücken aller Stahlsorten in gleicher Weise erfolgte. Der Grund dieser abweichenden Erscheinung bei Wolframstahl ist bisher nicht aufgefunden worden; leider war es auch noch nicht möglich, die nur in geringer Zahl, dabei erheblich später und deshalb unter etwas anderen Umständen als bei deutschem und englischem Stahl ausgeführten Versuche mit Wolframstahl zu wiederholen, weil die Beschaffung eines, mit dem früher benutzten übereinstimmenden Materials eine Zeit lang auf Schwierigkeiten stiess.

Dagegen konnte man durch einen mit weitgehender Genauigkeit durchgeführten Versuch den strengen Nachweis führen, dass für Körper derselben Stahlsorte und gleicher Härte auch bei verschiedener Masse und Gestalt die nämlichen Bedingungen für den Eintritt der Anlauffarben gelten, sofern ihre Erwärmung denselben Verlauf einhält. Zu diesem Zwecke hat man aus englischem Stahl einen Stab von 90 *mm* Länge, 7 *mm* Breite und 15 *mm* Dicke und eine Platte von 30 *mm* Länge, 45 *mm* Breite und 15 *mm* Dicke hergestellt und beide so aneinander befestigt, dass die beiden grössten Flächen der Platte mit zwei Längsflächen des Stabes in dieselben Ebenen zu liegen kamen. Das derart zusammengesetzte Stück wurde in eine Messingwanne mit flüssiger Metallmischung gebracht, in welche es bis nahe an seine Oberfläche eintauchte, so dass die Uebereinstimmung der Temperatur für beide Theile des Stückes dauernd gesichert war. Die Wanne mit der Mischung setzte man sodann in ein Luftbad mit Erwärmung durch Oeldämpfe, deren Temperatur schrittweise gesteigert wurde[1]). 32 Minuten nach der Einsenkung in das vorher auf etwa 200° erwärmte Luftbad zeigte sich auf der ganzen Oberfläche des Stückes ein gleichmässiges Hellgelb, während die in das Metallgemisch eintauchenden Thermometer eine Temperatur von 234° anzeigten. In weiteren zwei Stunden wurde hierauf die Temperatur langsam bis zu rund 290° gesteigert. Während dieser Zeit schritten die Anlauffarben nach und nach bis zum Hellblau fort, ohne dass die geringste Ungleichheit in der Färbung der beiden Theile der Oberfläche bemerkt wurde.

Zu c. Aus den Tafeln *B*, *C*, *D* geht deutlich hervor, dass bei gehärtetem Stahl die Anlauffarben erst bei einer höheren Temperatur des anzulassenden Stückes eintreten als bei ungehärtetem Stahl derselben Sorte; nur in einem Falle, für die Vollkörper aus deutschem Stahl, stimmen die Beobachtungen bei den beiden ersten Farben mit dieser Annahme nicht überein, aber bei den anderen Farben auch dieser Art von Körpern gelangt die Nothwendigkeit höherer Temperaturen für gehärtete Stücke in den Tafeln unzweifelhaft zum Ausdruck. Der Unterschied steigt für die höheren Farben bei englischem und deutschem Stahl bis zu rund 20°; bei Wolframstahl scheint er für die höheren Farben geringer zu sein als für die niederen, und für Meergrün überhaupt zu verschwinden. Möglicherweise spielt hierbei die Naturhärte des Wolframstahls eine Rolle, die bekanntlich überaus gross ist; vermuthlich ist nämlich der Unterschied in den Härten zwischen einem ungehärteten und einem bis zum Meergrün angelassenen, gehärteten Stück bei Wolframstahl weit kleiner als bei anderen Stahlsorten mit geringerer Anfangshärte.

Um über die Verschiedenheit des Verhaltens von gehärtetem und ungehärtetem Stahl derselben Sorte durch einen strengen Versuch weiteren Aufschluss zu gewinnen, wurden aus derselben Stange englischen Stahls von 20 *mm* Breite und

---

[1]) Vergl. Anmerk. zu S. 330.

12 *mm* Dicke drei gleiche Stäbe von je 210 *mm* Länge gefertigt. Der eine dieser Stäbe wurde ganz, ein zweiter etwa zur Hälfte gehärtet, der dritte aber ungehärtet belassen. Die drei Stäbe wurden dann neben einander in eine Messingwanne mit flüssiger Metallmischung eingelegt, so dass ihre Oberflächen eben noch sichtbar blieben, hierauf kamen sie mit der Wanne in ein grosses Luftbad mit Heizung durch Feuergase. Tafel *E* zeigt den Fortschritt der Färbungen auf den drei Stücken. Hellgelb tritt auf dem ganz gehärteten Stab bei einer um etwa 20°

Tafel E.

Eintritt der Farben bei drei Stahlstücken verschiedener Härtung, deren Temperaturen durch Einsenken in ein Metallbad übereinstimmend erhalten wurden.

Zeit in Minuten von d. Einsenkung an	Temperatur des Metallbades in Graden	1. Weiches Stück	2. Gehärtetes Stück	3. Stück zur Hälfte gehärtet	3. Stück zur Hälfte weich
20	249	Hellgelb	—	Hellgelb, sehr fleckig	Ende hellgelb
21	258	Dunkelgelb	—	—	Ende dunkelgelb, Mitte hellgelb
22	271	—	Hellgelb	Dunkelgelb, sehr fleckig	—
24	283	—	Dunkelgelb	—	—
25	287	Orange	—	—	—
28	315	Purpur	—	—	—
30	325	Violett	Orange	Orange	Ende orange, Mitte noch gelb
32	330	Dunkelblau	—	—	Ende violett
35	340	Hellblau	Purpur mit violetten Flecken	Purpur mit violetten Flecken	Ende dunkelblau, Mitte dunkelgelb
39	353	Meergrün	Violett	Violett	Ende hellblau, Mitte Purpur
41	357	—	Dunkelblau mit Purpurflecken	Dunkelblau mit Purpurflecken	—
45	362	Gelbgrün (2. Reihe)	Hellblau	Hellblau	Ende hellblau, Mitte violett
48	370	—	—	—	Ende meergr., Mitte dunkelblau
50	379	Gelb (2. Reihe)	Meergrün	Meergrün	Mitte hellblau
56	392	Roth (2. Reihe)	Gelbgrün (2. Reihe)	Gelbgrün (2. Reihe)	Ende gelbgr., Mitte meergrün

höheren Temperatur ein als auf dem weichen, für Dunkelgelb beträgt der Unterschied schon 25°, für Orange 38°, für Purpur verringert er sich wieder bis zu 25°, welcher Werth etwa auch für Dunkelblau sich findet, während für Hellblau und Meergrün die Unterschiede noch etwas kleiner zu werden scheinen. Ein merkwürdiges Verhalten zeigt der nur zur Hälfte gehärtete Stab; die harte Hälfte hält, wenigstens von Dunkelgelb an, mit den Färbungen des ganz gehärteten Stabes gleichen Schritt, dagegen bleibt die Farbe am Ende der weichen Hälfte hinter derjenigen des ganz weichen Stabes erheblich zurück, ausserdem findet sich in der Mitte zwischen dem harten und weichen Ende eine Strecke, deren Färbung noch derjenigen der harten Hälfte nachsteht.

Zu d. Die Unterschiede in den Bedingungen für den Eintritt der Anlauffarben bei Stahl verschiedener Zusammensetzung treten in Tafel *D* scharf hervor. Bei deutschem Stahl sind höhere Temperaturen erforderlich als bei englischem, und bei Wolframstahl noch höhere als bei deutschem Stahl, dabei hat es den Anschein, als ob diese höheren Temperaturen in den meisten Fällen in weit kürzerer Zeit erreicht werden. Auf den weichen Ringkörpern aus Wolframstahl ist schon Dunkelgelb bei einer um 17° höheren Temperatur aufgetreten als auf derartigen Stücken aus deutschem Stahl, und auch deren Temperatur fand sich noch um 7° höher als diejenige der gleichen Farbe auf englischem Stahl; bei Dunkelblau übersteigt die Temperatur für Wolframstahl diejenigen der anderen Sorten bis um etwa 60°, also nahezu um den nämlichen Betrag, um welchen für englische Stahlkörper dieser Art die Temperatur des Hellgelb hinter der des Hellblau zurückbleibt. Bei den Vollkörpern erreichen die Unterschiede nirgends einen so grossen Betrag, doch steigen sie immerhin bis zu 35° an.

Als charakteristisches Beispiel für das verschiedene Verhalten von Stahlsorten verschiedener Zusammensetzung sei hier noch ein Versuch erwähnt, bei welchem ein schmaler Stab aus englischem Stahl und ein Vollcylinder aus deutschem Stahl in ähnlicher Weise mit einander verbunden und angelassen wurden, als es auf S. 332 für zwei gleichartige Körper beschrieben wird. Die Uebereinstimmung der Temperatur von Stab und Cylinder wurde, wie dort, durch ein Metallbad gesichert, und die Erzeugung der Anlauffarben geschah wiederum in einem Luftbad mit Oeldampfheizung. Auf dem Stabe stellten sich nun die einzelnen Farben viel früher ein als auf dem Cylinder; schon als das Metallbad die Temperatur von 216° hatte, fing der Stab an, sich hellgelb zu färben, während der Cylinder noch ungefärbt war; erst bei 224° wurde letzterer hellgelb, inzwischen war aber der Stab bis über Dunkelgelb hinausgelangt. Mit dem Fortgang der Erwärmung steigerten sich die Unterschiede, bei 250° war der Stab violett, der Cylinder noch in dem Uebergang von Orange nach Purpur, bei 253° trat auf dem Stab Dunkelblau ein, während der Cylinder erst bei 254° Purpur annahm. Bei 262°, bei Abbruch des Versuches, fing der Cylinder an, violett zu werden, der Stab aber hatte eine Färbung wie bei 253°.

4. Der Einfluss der Dauer der Erwärmung auf das Eintreten der Anlauffarben.

Schon aus den Zahlen der Tafel *D* kann man entnehmen, dass nicht nur die Höhe, sondern auch die Dauer der Erwärmung für das Eintreten der Anlauffarben bestimmend ist, denn die Vollkörper wurden in kürzerer Zeit höher erwärmt und zeigten dann die nämliche Farbe als die längere Zeit und bis zu einem niedrigeren Grade erwärmten Ringkörper. Während aber die Unterschiede der dort in Betracht kommenden Temperaturen verhältnissmässig nicht gross sind, liess sich durch besondere Versuche nachweisen, dass schon bei sehr niedrigen Temperaturen, wenn dieselben lange genug anhalten, die Anlauffarben erzeugt werden können. Zunächst wurden im Luftbad mit konstanter Temperatur flache Stäbe aus englischem Stahl bei etwa 177° mehrere Tage und Nächte erwärmt. Dabei fand sich ein weiches Stück nach 68^h purpurroth, nach 93^h violett, nach 120^h (5 Tagen) dunkelblau, ein glashartes Stück war nach $20{,}5^h$ hellgelb, nach 27^h dunkelgelb, nach 50^h orange und nach 103^h purpur. Der Unterschied zwischen gehärtetem und weichem Stahl machte sich also auch hier bemerklich. In einem

Bade von 191° wurde ferner ein weiches Stück schon in 26^h, ein glashartes erst in 44^h purpurroth, die Färbung des letzteren war in $52{,}5^h$ bis zum Violett, in 68^h bis zum Dunkelblau fortgeschritten. Bei einer noch etwas höheren Temperatur, 204°, wurde ein anderes weiches Stück schon nach 1^h hellgelb, nach 3^h dunkelgelb und nach 5^h orange.

Später wurden einige dieser Versuche mit glasharten Stücken von englischem und von Wolframstahl wiederholt; gleichzeitig wurden, um die Dauer der Einwirkung von niederen und hohen Temperaturen direkt vergleichen zu können, Stücke derselben Art auch in heisseren Bädern angelassen und die Zeiten des Eintritts der Anlauffarben Dunkelgelb und Dunkelblau ermittelt. Hierbei wurden neben Luftbädern mit konstanter Temperatur auch Metallbäder gewöhnlicher Art (flüssige Metalle in freier Luft) benutzt. Tafel *F* zeigt die ausserordentlich grossen Unterschiede für die verschiedenen Bäder. Bei 180° tritt Gelb in 16 bis 17 Stunden,

Tafel F.

Eintritt von Dunkelgelb und Dunkelblau bei Anlassen in verschiedenen Bädern.

Art des Bades	Temperatur des Bades	Kennzeichnung der Stahlstücke (W = Wolframst.) (E = Englisch.St.)	**Dunkelgelb** tritt ein nach	**Dunkelblau** tritt ein nach	Bemerkungen
1. Luftbad mit konstanter Temperatur	180°	W_1	16^h		
		E_1	$17{,}5^h$		
	nach 189^h auf 200, später auf 230° erhöht	W_2		215^h (9 Tage)	Nach 189^h (8 Tagen) erschienen die Stücke noch gelb, deshalb wurde die Temperatur erhöht. Dunkelblau wurde nicht ganz erreicht.
		E_2			
2. Luftbad mit konstanter Temperatur	230°	W_3	22 Min.		
		E_3	35 „		
		W_4		50^h	Dunkelblau wurde nicht ganz erreicht.
		W_5		60^h	
		E_4		$(1{,}5^h)$	Für das auffallende Ergebniss bei E_4 liegt keine Erklärung vor.
		E_5		60^h	
3. Metallbad	230°	W_6	55 Min.		
		E_6	65 „		
		W_7			Nach 8^h purpur. Der Versuch musste abgebrochen werden.
		E_7			
4. Luftbad mit konstanter Temperatur	290°	W_8	8 Min.		
		E_8	8 „		
		W_9		12 Min.	
		E_9		15 „	
5. Metallbad	290°	W_{10}	1,5 Min.		
		E_{10}	1,5 „		
		W_{11}		7 Min.	
	300°	E_{11}		2,5 „	Das Bad war versehentlich heisser gewählt.
6. Metallbad	380°	W_{12}	10 Sek.		Zu Purpur nachgedunkelt.
		E_{12}	15 „		
		W_{13}		20 Sek.	Zu Hellblau nachgedunkelt.
		E_{13}		20 „	

bei 230° schon in 22 bis 35 Minuten ein, dagegen bedarf es einer 50 bis 60 Stunden anhaltenden Einwirkung der letzteren Temperatur, um Dunkelblau zu erzeugen. Das Metallbad von 230° muss längere Zeit einwirken als das gleich warme Luftbad, dagegen ist bei den Bädern von 290° das Verhältniss auffallender Weise ein umgekehrtes.

Bei einigen dieser Versuche fand man, dass die andauernde Erwärmung bei gewissen Temperaturen nicht ausreichte, um auch die höheren Anlauffarben zu erzeugen; so änderte sich z. B. die Farbe des im ersten Absatz dieser Nummer zuletzt erwähnten weichen Stahlstückes nicht mehr, als man es noch weitere 7 Stunden in der Temperatur von 204° beliess. Noch überraschender ist das in Tafel *F* bei den Versuchen im Luftbad von 180° angegebene Vorkommniss, wonach das Gelb bei zwei Stücken 8 Tage lang konstant blieb und die Färbung erst nach Erhöhung der Temperatur fortschritt. Weitere Feststellungen über diese für die einzelnen Farben kritischen Temperaturen werden beabsichtigt. [1])

Wird gehärteter Stahl durch lang andauernde Erwärmung bei niedriger Temperatur angelassen, so muss der Grad der zurückbleibenden Härte ein anderer sein, als wenn das Anlassen bis zu derselben Farbe durch kürzere Erwärmung auf eine höhere Temperatur erfolgt. Eine rohe Prüfung in der Werkstatt zeigt, dass harter Stahl, der bei 180° angelassen ist, von der Feile schwerer angegriffen wird als Stahl, der bei höherer Temperatur bis zu derselben Anlauffarbe erwärmt worden ist. Dagegen haben die Versuche, die in beiden Fällen zurückgebliebenen Härtegrade zahlenmässig zum Ausdruck zu bringen, noch zu keinem befriedigenden Ergebniss geführt.

5. Das Anlassen von Kupfer und Messing.

Es erübrigt noch, die schon vorher erwähnten, vereinzelten Versuche über die Bedingungen des Eintritts der Anlauffarben bei Kupfer und Messing kurz zu erörtern. Tafel *G* giebt für drei Stücke aus Kupfer und ein Stück aus Messing diejenigen Temperaturen und Einsenkungszeiten an, welche dem Eintritt der daneben stehenden Anlauffarben entsprechen. Die Farben sind bei Kupfer bis zum Blaugrün (Grünspan) der zweiten Reihe, bei Messing bis zum Stahlweiss geführt worden. Kupfer durchläuft sehr schnell die ganze Farbenfolge; Messing färbt sich dagegen sehr langsam, schon ein Theil der Farben der ersten Reihe tritt hier bei so hohen Temperaturen ein, dass passende Thermometer nicht zur Stelle waren, und man sich deshalb bei diesen Farben mit der Vermerkung der Zeiten begnügen musste. In Tafel *G* sind eine Reihe von Uebergangsfarben aufgeführt, welche sich in der Farbenfolge der Tafel *A* (S. 324) nicht vorfinden. Bei ausgedehnteren Versuchen mit Kupfer und Messing würde man die Zahl derjenigen Anlauffarben, deren Eintrittsbedingungen festzustellen wären, ebenso einschränken, als es bei Stahl geschehen ist.

---

[1]) Man hat, wie hier noch erwähnt werden mag, auch die Zeiten zu ermitteln gesucht, während welcher die von Reiser für die einzelnen Anlauffarben angegebenen Temperaturen bei Benutzung von Metallbädern (in freier Luft) auf ein in diese eingesenktes Stahlstück wirken müssen, um jene Farben wirklich zu erzeugen. Man fand, dass eine bei 230° schmelzende Bleizinnlegirung erst etwa 6 bis 7 Minuten, nachdem der Stahl die Temperatur der Legirung angenommen hat, Blassgelb (etwa Reiser's Hellgelb, vergl. Anm. zu S. 326) erzeugt; eine Legirung vom Schmelzpunkt 285 bis 290° erzeugt nach 6 bis 7 Minuten Violett, eine solche vom Schmelzpunkt 295 bis 300° nach 7 bis 8 Minuten Dunkelblau u. s. w.

Tafel G.

Eintritt der Anlauffarben bei Stücken aus Kupfer und Messing.

Farben	1. Ringkörper aus Kupfer		2. Cylindrischer Vollkörper aus Kupfer		3. Flachstück aus Kupfer		Farben	4. Ringkörper aus Messing	
	Zeit in Minuten, gerechn. von der Einsenkung an	Temperatur des Körpers in Graden	Zeit in Minuten, gerechn. von der Einsenkung an	Temperatur des Körpers in Graden	Zeit in Minuten, gerechn. von der Einsenkung an	Temperatur des Körpers in Graden		Zeit in Minuten, gerechn. von der Einsenkung an	Temperatur des Körpers in Graden
Hellbraunorange	8	161	8	166	7	177	Gelborange	13	250
Rothbraunorange	9	177	9	182	8	213	Hellgoldfarbig	15	281
Rosenrothorange	10	193	10	202	9	232	Goldorange	17	302
Rosenroth	11	208	11	219	10	248	Dunkelgoldorange	20	341
Rosenrothviolett	12	225	12	235	12	271	Goldocker	26	400
Rothviolett (blass)	13	240	14	255	.	.	Braunocker	28	von hier ab nicht beobachtet.
Violettweiss	14	247	16	286	13	278	Braungoldfarbig	33	
Stahlweiss	15	256	17	291	15	289	Rosenrothgold	36	
Gelbweiss	17	271	18	313	.	.	Violettrosenroth	39	
Messinggelb	18	286	19	324	17	296	Hellrosa	43	
Dunkelgelb	21	308	21	340	.	.	Bläulichlila	49	
Fleischroth	23	319	.	.	21	304	Violettweiss	57	
Rosenroth (heller)	25	324	24	359	23	313	Weiss, grauer Ton	67	
Blaugrün	27	341	26	382	24	329	Weiss, Stahlfarbe	78	
							Gelbweiss	96	
							Hellgelb	120	

Zum Schluss seien die Ergebnisse der bisherigen Versuche für Stahl noch einmal dahin zusammengefasst, dass das Eintreten der einzelnen Anlauffarben von der Gestalt der angelassenen Körper unabhängig ist, dass dagegen die Härte und in noch höherem Grade die Zusammensetzung des Stahls das Eintreten der Farben beeinflusst. Vor Allem ist aber die Art der Erwärmung maassgebend in dem Sinne, dass die längere Dauer einer niederen Temperatur dieselbe Farbe erzeugen kann, wie die kurz anhaltende Erwärmung auf höhere Temperatur. Da ferner schon verhältnissmässig geringe Unterschiede in der Dauer der Erwärmung beträchtliche Aenderungen in der Farbe verursachen, so ist es unzweckmässig, auch nur bei dem in der Praxis üblichen Anlassen von gehärtetem Stahl die Anlauffarben als Kennzeichen der zurückgebliebenen Härte gelten zu lassen. Welchen Einfluss Erhitzungen von verschiedener Dauer und verschiedenem Grade auf die Härte und Elastizität von gehärtetem Stahl ausüben, dies wird den Gegenstand weiterer Untersuchungen bilden, bei welchen auch die Einwirkung so niedriger Temperaturen, wie sie Strouhal und Barus verwendet haben, in Betracht gezogen werden soll.

Elektrischer Wasserstandsanzeiger mit Registrirvorrichtung.[1]

Von

W. E. Fein in Stuttgart.

Der im Nachfolgenden beschriebene elektrische Wasserstandsanzeiger soll fortlaufende und bleibende Aufzeichnungen der Höhe des Wasserstandes, z. B. derjenigen eines Reservoirs in Wasserwerken, vermitteln. Der Apparat besteht in der Hauptsache aus einem Kontaktwerk, das durch die auf- und niedergehende Bewegung eines Schwimmers in Thätigkeit gesetzt wird und einem Registrirapparat, welcher durch Leitungen mit demselben verbunden ist und die jeweilige Höhe des Wasserstandes in bestimmten Zeitintervallen selbstthätig niederschreibt. Diese Aufzeichnungen erfolgen in der Weise, dass die Höhenangaben des Wasserstandes als Ordinaten und die einzelnen Zeitabschnitte als Abscissen in ein Koordinatensystem eingetragen werden, welch' letzteres auf einer auswechselbaren Papierskale vorgedruckt ist. Die hierbei entstehende Kurve giebt dann ein ganz genaues und übersichtliches Bild der Schwankungen des Wasserstandes.

Das Kontaktwerk ist in der Figur 1 dargestellt. Seine messingene Stiftenkette *T*, welche an ihrem einen Ende mit dem Schwimmer, an ihrem andern mit einem Gegengewicht versehen ist, legt sich über das Kettenrad *R*, das sich auf einer hohlen Stahlaxe dreht; die letztere ist in dem Lager *L'* befestigt, so dass beim Fallen und Steigen des Wasserspiegels das Rad in eine vor- oder rückwärtsgehende Bewegung versetzt wird. Diese Drehung wird durch einen am Kettenrad angebrachten Stift und den bei *m* sichtbaren Mitnehmer auf eine zweite Axe übertragen, die sich innerhalb der erstgenannten hohlen Stahlaxe befindet, und deren hinteres Ende bei *L* gelagert ist. Auf derselben ist der Vertheilungshebel *h* und das Kontaktrad *c* befestigt, das mit zehn Platinvorsprüngen versehen ist, welche bei seiner Bewegung an der Doppelfeder *F* vorbeischleifen, und dadurch einen vollkommen sicheren Kontakt herstellen. Dies geschieht jedesmal, wenn der Schwimmer um 5 *cm* gestiegen oder gefallen ist, da der Umfang des Kettenrades 50 *cm* beträgt. Dieses Ueber-

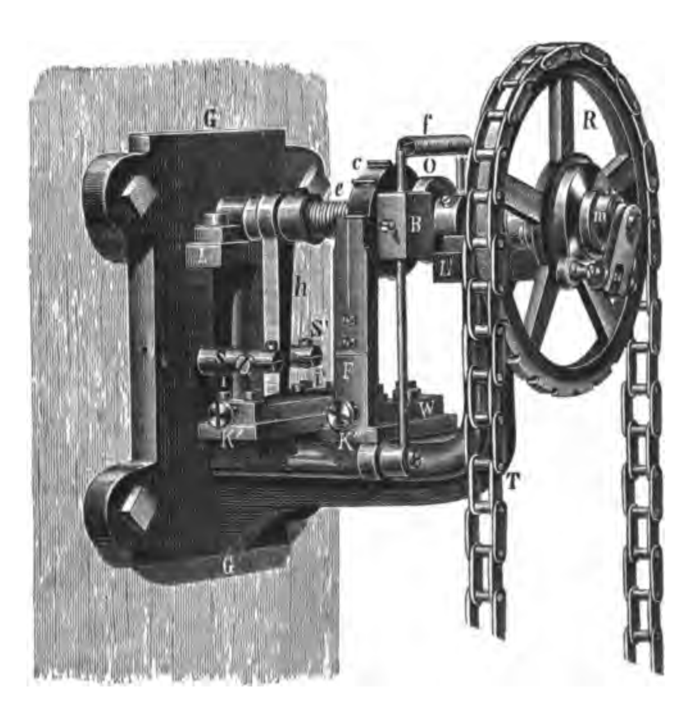


Fig. 1.

[1] Eine Beschreibung des Instruments ist zwar schon in des Verfassers Handbuch: *Elektrische Apparate, Maschinen und Einrichtungen, Stuttgart 1888*, mitgetheilt, jedoch, der historischen Entstehung des Apparates gemäss, an verschiedenen Stellen des Werkes; eine zusammenhängende, erweiterte Beschreibung wird daher manchem Leser nicht unwillkommen sein. D. Red.

setzungsverhältniss kann natürlich den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend abgeändert werden. Die Doppelfeder *F* steht durch den isolirten Winkel *W* mit der Drahtklemme *K''* und durch diese mit der Erde in Verbindung. Die Bewegung des Vertheilungshebels *h* wird durch die beiden Stellschrauben *S* und *S'* begrenzt. Der Hebel sitzt lose auf der Axe und wird durch die Spiralfeder *e* an einen auf derselben Axe sitzenden Bund gedrückt, so dass er sich unter entsprechender Reibung mit ihr bewegt. Bei rückwärtsgehender Bewegung des Kettenrades, d. h. beim Fallen des Wassers, legt sich der Hebel *h* an die Stellschraube *S'*, wobei sein mit Platin versehenes Ende mit der Kontaktfeder *i'* in Verbindung kommt, während seine Bewegung bei der Drehung des Rades in umgekehrter Richtung, d. h. beim Steigen des Wassers, von der Stellschraube *S* begrenzt wird, und sein Hebelende gleichzeitig mit der Feder *i* einen Kontakt herstellt.

Die beiden Kontaktfedern *i* und *i'* sind mit zwei Klemmen verbunden, von welchen die eine auf der Zeichnung sichtbar und mit *K'* bezeichnet ist, während sich die andere auf der Rückseite befindet und durch dieselbe verdeckt ist. Von diesen beiden Klemmen führen zwei Leitungsdrähte nach dem Zeigerwerke des Registrirapparates, so dass diesem je nach der vor- oder rückwärtsgehenden Bewegung des Rades durch die eine oder andere Leitung ein Strom zugeführt wird.

Wenn bei der Drehung des Kettenrades der Hebel *h* die eine oder andere Kontaktfeder früher verlassen könnte, als der Kontakt zwischen einem Platinvorsprunge des Rades *c* und der Doppelfeder *F* aufgehoben ist, so würden dadurch im Gange des Zeigerwerkes Unregelmässigkeiten entstehen. Es musste desshalb ein verlängernder Kontakt am Kontaktrade erstrebt werden, und dies wurde durch die in Folgendem beschriebene Vorrichtung in ganz einfacher und vollkommen sicher wirkender Weise erreicht. Das Kontaktrad *c* ist nämlich nicht fest mit seiner Axe verbunden, sondern es lässt, wenn es festgehalten wird, noch eine geringe Bewegung derselben zu, so dass der Vertheilungshebel *h* vorher mit der Feder *i* oder je nach der Richtung ihrer Drehung mit der Feder *i'* in Verbindung kommt, ehe sich das Rad *c* bewegt, und seinen Kontakt mit der Feder *F* aufhebt. Dieses Festhalten des Kontaktrades wird durch die mit ihm verbundene Bremsscheibe *O* erzielt, an deren Mantelfläche zwei Bremsbacken *B* mit Hilfe der Spiralfeder *f* gepresst werden. Der ganze Apparat ist durch einen Blechkasten eingeschlossen; nur das Kettenrad *R* befindet sich ausserhalb desselben; alle Theile des Kontaktwerkes sind somit gegen Staub, Wasserdunst u. s. w. vollkommen geschützt.

Der Registrirapparat ist durch die Figuren 2 und 3 (a. f. S.) dargestellt. Sein Obertheil besteht aus dem Zeigerwerk *Z*, dessen Zeiger *t* über einem Zifferblatt spielt (vergl. Fig. 2) und hierbei die jeweilige Höhe des Wasserstandes angiebt. Von den beiden winkelförmigen Ankerhebeln *hh*, deren Bewegung durch entsprechende Stellschrauben begrenzt wird, ist ein jeder an seinem oberen Ende mit einem Sperrkegel versehen, welcher bei der Anziehung des Ankers durch den betreffenden Elektromagneten über ein Sperrad gleitet und nach seinem Abfall bei der Unterbrechung des Stromes in dasselbe eingreift, so dass es um einen Zahn vorwärts bewegt wird, wobei ein an der Seitenplatte des Apparates angebrachter zweiter Sperrkegel den Rückgang dieses Rades verhindert.

Die Ankerhebel werden durch ihre eigene Schwere von den Elektromagneten entfernt gehalten und sind mit den Gegengewichten *w* und *w'* versehen, welche sich auf einer kleinen Schraubenspindel vor- oder rückwärts bewegen und durch eine Gegenmutter feststellen lassen, wodurch die Kraft ganz genau regulirt werden kann,

welche nothwendig ist, um die Sperräder von Zahn zu Zahn vorwärts zu schieben. Diese Anordnung bietet, abgesehen von dem Entbehrlichwerden von Abreissfedern, die öfters einer Nachregulirung bedürfen, den Vortheil, dass die Stromstärke keinen Einfluss auf die Bewegung der Sperrräder haben kann, da diese immer von derselben Kraft, nämlich dem Uebergewicht des Ankerhebels bewirkt wird, so dass ein Vorschnellen derselben bei zu starkem Strom nicht eintreten kann. Die Sperrkegel sind aus demselben Grunde an Stelle der Federn ebenfalls mit kleinen Gegengewichten versehen. Die beiden Sperrräder stehen mit zwei Kammrädern in Verbindung, deren Zähne einander zugekehrt sind und gemeinschaftlich in ein dazwischen liegendes Planetenrädchen *z* eingreifen, welches durch eine Axe mit dem

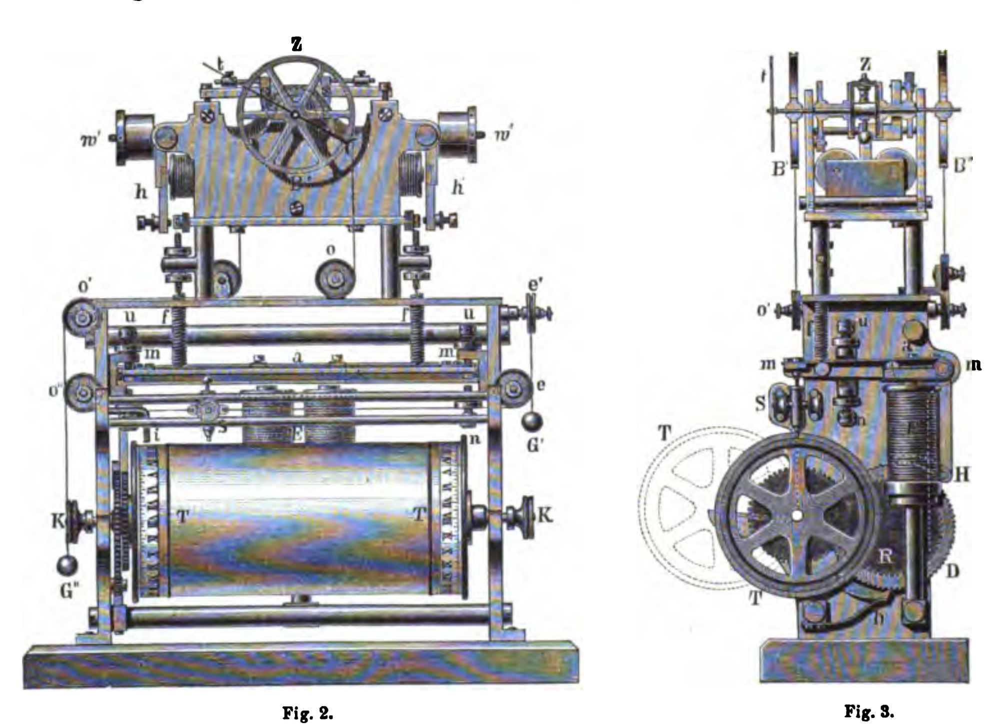


Fig. 2. Fig. 3.

Zeiger *t* fest verbunden ist, so dass dieser entweder vor- oder rückwärts bewegt wird, je nachdem das vordere oder hintere Sperrad durch den Ankeranzug seines Elektromagnetes in Bewegung kommt.

Die Registrirvorrichtung, welche den unteren Theil des Apparates bildet, besteht in der Hauptsache aus dem Schreibstift *S* und der horizontal liegenden Registrirtrommel *T T*, deren Oberfläche zur Aufnahme der vorgedruckten Papierskale bestimmt ist, und die durch eine weiter unten beschriebene Vorrichtung in bestimmten Zeitintervallen um einen entsprechenden Theil ihres Umfangs gedreht wird, während der Schreibstift *S* die Bewegung des Wasserspiegels selbstthätig in das Netz der genannten Skale einzeichnet. Die Anwendung eines Farbstiftes zu diesem Zweck hat, abgesehen von seiner mehr oder minder grossen Abnutzung, den Nachtheil, dass die Empfindlichkeit des Apparates durch die nothwendig werdende Reibung des Stiftes auf dem Papier beeinträchtigt wird. Auch das Durchstechen der Papierskale mit Hilfe einer Stahlspitze und eines Elektromagneten ist für den vorliegenden Fall insofern ungünstig, als hierbei die Unterlage, also die Oberfläche der Trommel aus einem weichen Stoff von entsprechender Dicke hergestellt werden

muss, wenn die hervorgebrachte Marke einigermaassen deutlich erscheinen soll, wodurch aber ein genaues Aufspannen der Skale nicht leicht erreicht werden kann.

Die Verwendung eines abfärbenden Papiers, das unter dem Namen „Blaues Oelpapier“ im Handel überall zu erhalten ist, hat dagegen in Beziehung auf Reinlichkeit und Deutlichkeit der Registrirung ganz vorzügliche Resultate ergeben. Dasselbe wird hierbei in der Grösse der Papierskale so über diese gewickelt, dass sein abfärbender Theil ihre bedruckte Seite ganz bedeckt, in welcher Lage es dann durch zwei dünne Gummiringe festgehalten wird. Der mit einem stumpfen Ende versehene Schreibstift *S* steht für gewöhnlich in einer geringen Entfernung über der Registrirtrommel *T T*, wie dies aus der Durchschnittszeichnung Figur 3 zu ersehen ist, und wird in bestimmten Zeitintervallen durch den Ankeranzug des Elektromagneten *E* gegen dieselbe gedrückt, wobei dann auf der Papierskale eine deutliche, scharf abgegrenzte Marke entsteht.

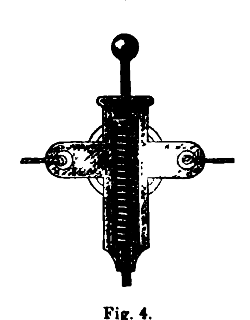
Die Registrirtrommel *T T* lässt sich mit Hilfe der beiden randirten Knöpfe *K K* zum Auswechseln der Papierskale leicht herausnehmen, und es sind zu diesem Zweck ihre beiden Lager mit entsprechenden Verlängerungen versehen, die an ihrem vorderen Ende ausgeschnitten sind, so dass sie hier ein zweites Lager bilden; in dieses wird die Trommel zur Abnahme der verbrauchten und zum Wiederaufziehen der neuen Skale eingelegt, wie dies durch die punktirten Kreislinien in der Zeichnung angedeutet ist. Hierdurch wird erreicht, dass diese Arbeit rasch vorgenommen werden kann, so dass keine längeren Unterbrechungen der Aufzeichnungen beim Erneuern der Papierskale stattfindet. Zudem geben diese Lagerverlängerungen auch der Trommel bei ihrem Einsetzen gleich von vorneherein eine gute Führung.

Auf der einen Seite der Trommel ist das Zahnrad *r* befestigt, das in ein zweites *R* von derselben Grösse eingreift, welches auf der Axe des Sperrrades *D* sitzt. Das letztere wird durch einen Mechanismus, der im Nachfolgenden erklärt wird, von Zeit zu Zeit gedreht, und mit ihm die Trommel selbst. Die Räderübersetzung zwischen diesen Theilen wurde deshalb gewählt, weil durch sie die Möglichkeit gegeben ist, die Trommel auf die einfachste Weise aus dem Apparat zu nehmen und wieder einzusetzen. Um hierbei ihre Papierskale auf die richtige Zeit einstellen zu können, ist an der einen Seite des Gestells der Index *i* angebracht, und das Zahnrad *r* mit dem Sperrrad *D* so verbunden, dass es sich mit einiger Reibung auf seiner Axe dreht.

Die hin und her gehende Bewegung des Schreibstiftes *S*, welche dem Steigen und Fallen des Wasserstandes entspricht, wird durch folgende Anordnung erreicht: Auf der Axe des Zeigerwerks befindet sich ausser dem Zeiger *t* noch das Rad B', so dass es sich mit derselben dreht; an dessen Umfang ist eine dünne seidene Schnur befestigt, die über die drei Rollen o, o' und o'' nach der Führungshülse des Schreibstiftes *S* geht; letzterer ist mit einer Axe versehen, auf welcher zwei Leitrollen angebracht sind, die ihre Führung durch vier horizontal gelagerte Stahlstangen in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise erhalten. Von dieser Führungshülse geht eine zweite Schnur über die Rollen e und e', die an ihrem Ende mit dem kleinen Gewicht G' verbunden ist, wodurch die Schnur entsprechend stark gespannt wird. Eine zweite auf der andern Seite der Zeigeraxe angebrachte Schnurscheibe B'' steht mit dem zweiten Gewicht G'' von derselben Grösse durch eine weitere Schnur so in Verbindung, dass hierdurch dem erstgenannten das Gleichgewicht gehalten wird. Hieraus lässt sich nun leicht verstehen, dass bei der Bewegung des Zeigers *t*, d. h. beim Fallen oder Steigen des Wasserstandes, die Schnur von dem Rad B' in einem

dem entsprechenden Verhältniss auf- oder abgewickelt wird, wodurch sich die Führungshülse mit dem Schreibstift *S* in gerader Linie über der Registrirtrommel *T T* hin und her bewegt.

Der Schreibstift *S* ist mit seinen zugehörigen Theilen in der Figur 4 in einem etwas grösseren Maassstabe besonders abgebildet; er lässt sich in der Durchbohrung seiner Hülse vertikal verschieben und wird durch eine dünne Spiralfeder fortwährend in seiner höchsten Stellung gehalten; an seinem oberen Theile trägt er einen kleinen runden Knopf, auf welchen die mit dem Anker *a* durch einen Rahmen in Verbindung stehende Schiene *m m* von Zeit zu Zeit durch den Anzug des Elektromagneten *E* aufschlägt, so dass eine Marke auf der darunter befindlichen Papierskale in der schon oben angegebenen Weise hervorgebracht wird, deren Stellung der jeweiligen Wasserstandshöhe entspricht.


Fig. 4.

Dieselbe Bewegung des Ankers *a* bewirkt aber auch, dass gleichzeitig der Sperrhaken *H* in den nächstliegenden Zahn des schon erwähnten Sperrrades *D* einfällt; bei dem darauf folgenden Unterbrechen des Stromes ziehen dann die beiden Spiralfedern *f f* den Ankerrahmen sammt seinem Hebel wieder zurück, so dass der Schreibstift *S* mit Hilfe seiner Spiralfeder wieder in die Höhe geschnellt und das Zahnrad *D* um einen Zahn weiter gedreht wird, wodurch sich die Registrirtrommel *T T* ebenfalls um einen entsprechend grossen Theil ihres Umfangs dreht, so dass im vorliegenden Fall die Zeittheilung ihrer Skale um 15 Minuten vorgerückt wird. Damit sich bei der Rückwärtsbewegung des Ankers das Zahnrad nicht um mehr als einen Zahn drehen kann, ist noch ein weiterer Sperrhaken *h* an der unteren Seite desselben angebracht. Durch die beiden Schraubenpaare *n* und *u* lässt sich die Bewegung des Ankerrahmens in entsprechender Weise reguliren und nach richtiger Einstellung durch Gegenmuttern feststellen.

Die Grösse der Papierskale und in Folge dessen die Dimensionen der Registrirtrommel richten sich ganz nach den Höhenverhältnissen des Reservoirs, für welches der Apparat bestimmt ist. In Figur 5 ist eine derartige Skale in verkleinertem Maassstabe abgebildet, welche einer Wasserstandshöhe von 4 Metern entspricht. An ihrer oberen und unteren Seite sind die Tages- und Nachtstunden in römischen Zahlen aufgedruckt, und haben die einzelnen Zeitlinien eine Entfernung von 3 *mm*, welche einer Zeitdauer von 15 Minuten gleichkommt, während die Höhe des Wasserstandes durch die rechts und links angebrachten Zahlenreihen in Metertheilung angegeben wird, wobei die Reduktion derselben in einer zwanzigfachen Verjüngung ausgeführt ist. Der zulässig höchste und niederste Wasserstand ist der Uebersichtlichkeit halber durch eine Doppellinie besonders hervorgehoben und die Papierskale zum Ausfüllen des Datums noch mit einem entsprechenden Vordruck versehen. Des besseren Verständnisses wegen ist in der Abbildung S. 343 eine Wasserstandskurve in die Skale eingezeichnet, wie sie sich nach der Entnahme aus dem Apparat darstellt. Damit das Auswechseln derselben nicht immer zu einer ganz bestimmten Zeit erfolgen muss, ist die Eintheilung der Skale und der Bewegungsmechanismus der Trommel so angeordnet, dass sich die letztere in 27 Stunden einmal um ihre Axe dreht, so dass für das Auswechseln derselben ein Spielraum von drei Stunden gegeben ist. Die Schliessung der Batterie, durch welche der genannte Elektromagnet in Thätigkeit gesetzt wird, der die Registrirung und das Vorwärtsbewegen der Trommel besorgt, erfolgt durch eine Uhr, die zur Erreichung dieser

Aufgabe mit einem besonderen Laufwerk versehen ist, das alle 15 Minuten von dem Gehwerk der eigentlichen Uhr ausgelöst wird und hierbei einen kräftigen Reibungskontakt herstellt.

Die Uhr sammt Laufwerk ist alle acht Tage aufzuziehen und kann dieselbe in einer beliebigen Entfernung vom Registrirapparate aufgestellt werden. Tritt der Fall ein, dass mehrere Apparate dieser Art zur Verwendung kommen sollen, so

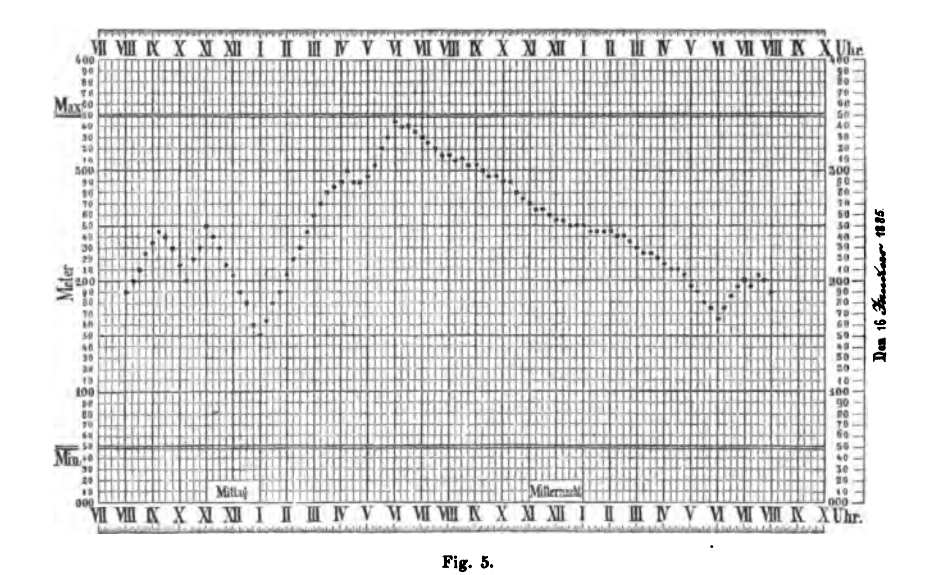


Fig. 5.

können sie von ein und derselben Uhr gleichzeitig betrieben werden. Zum Schutz gegen äussere Beschädigungen, Staub u. s. w., befindet sich der Registrirapparat in einem Gehäuse. Die Vorderseite seiner unteren Abtheilung lässt sich vollständig herablegen, so dass die Registrirtrommel beim Auswechseln der Papierskale leicht und bequem gehandhabt werden kann.

Unter Berücksichtigung des Gesagten bedarf es wohl keines weiteren Hinweises, dass sich der vorstehende Apparat auch für andere Zwecke, z. B. zur Kontrole von physikalischen Erscheinungen oder für meteorologische Registrirungen vortheilhaft verwenden lässt, wobei dann nur die den Schreibstift bewegenden Theile entsprechend abzuändern sind.

Einige Aenderungen an der Quecksilberpumpe ohne Hahn.

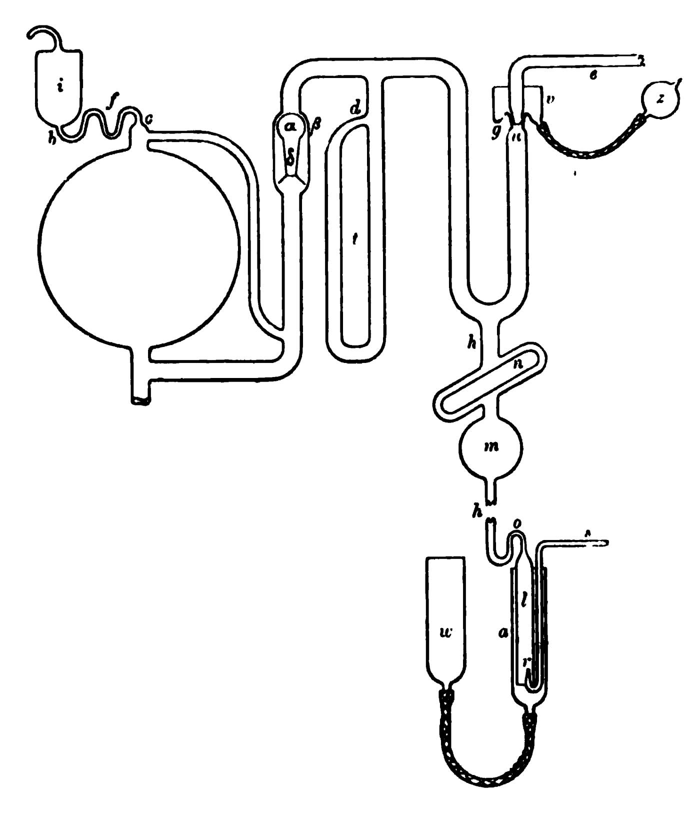
Von

Prof. Dr. **F. Neesen** in Berlin.

An der von mir in *dieser Zeitschrift 1882, S. 285* beschriebenen Form der Quecksilberpumpe habe ich einige Aenderungen angebracht, deren Zweckmässigkeit ich erprobt habe.

Es zeigte sich, dass das abschliessende Quecksilber in der Kapillare *f* nicht immer zurückbleibt, namentlich wenn letztere nicht die richtige Biegung hat. Dieser Fehler wird vermieden, wenn dieser Kapillaren *f* eine doppelte Biegung gegeben wird, wie es die beistehende Zeichnung zeigt. Es ist darauf zu achten, dass der Anfang *b* tiefer liegt wie das Ende *c*. Die vertikale Höhe der Kapillaren *f* braucht nicht mehr wie 2 bis 3 *cm* zu betragen.

An Stelle des Ventiles *αβ* hat mir Herr Glasbläser Stuhl in Berlin ein einfacheres hergestellt. Wie die Zeichnung zeigt, besteht dasselbe aus einem einfachen Kugelventil mit einem Schwimmeransatz *δ*. Die Kugel *α* und der Sitz für dieselbe haben einen schmalen Schliffring, welcher vollkommen hinreichend quecksilberdicht schliesst. Ich habe seiner Zeit die ebene Verschlussplatte gewählt, weil ich auf Grund früherer Erfahrungen fürchtete, die Kugel- oder Kegelventile würden sich festsetzen.



Für das Schliffstück *v u* zum Aufsetzen der nach dem luftleer zu machenden Körper führenden Verbindung ziehe ich die Form der nebenstehenden Figur vor, welche weniger Quecksilber zum Verschluss gebraucht und leichter zu reinigen ist. Vor dem Einsetzen des Schliffes *e* steht der Behälter *z*, welcher mit *v* durch Gummischlauch verbunden ist, so tief, dass nur in der Rinne *g* Quecksilber sich befindet. Nach Einsetzen von *e* wird *z* gehoben und dadurch der Quecksilberverschluss hergestellt. Soll *e* gewechselt werden, so wird zunächst *z* niedergelassen.

Die in der oben angezogenen Veröffentlichung empfohlene Bedeckung des verschliessenden Quecksilbers hat noch den Vortheil, dass etwaige Undichtigkeit des Verschlusses sich sofort bemerkbar macht. Die Chlorkalciumlösung, welche dann an dem Quecksilber durch die äussere Luft vorbeigedrückt wird, verdampft nämlich beim Eindringen in den luftleeren Raum, so dass sich an der undichten Stelle ein Absatz von Chlorkalcium zeigt.

Damit ohne Hahn Gase eingeführt werden können, habe ich die Einrichtung *n m* u. s. f. getroffen. An die Pumpe ist ein Rohr *h* mit dem Sicherheitsrohr *n* und der kugelförmigen Erweiterung *m* angeschmolzen, dessen Länge *o m* 780 *mm* beträgt. Der Durchmesser beträgt unterhalb der Kugel etwa 4 *mm*. Bei *o* endigt *h* in ein kapillares umgebogenes Stück, das sich nach unten wieder erweitert. In diese Erweiterung *l* tritt ein mit einer umgebogenen Spitze *r* versehenes Rohr *s* ein, welches zu dem Gaszuflussapparat führt. *l* und *s* werden von einem Glasrohr *a* umschlossen, das durch Gummischlauch mit einem Rohre *w* verbunden ist. In dieses Rohr *w* kommt Quecksilber. Beim Auspumpen steigt nun letzteres in *h* hinein. Soll nun Gas eingelassen werden, so lässt man zuerst durch geringen Ueberdruck des Gases oder durch hinreichendes Senken von *w* etwas Gas durch *r* in *l* eintreten. Darauf wird durch Heben von *w* das in *l* eingetretene Gas nach

h und in die Pumpe gedrückt. Beim Aufsteigen dieses Gases in *h* vergrössern sich die einzelnen Gasblasen und werfen dabei das Quecksilber in die Höhe, so dass eine dem Atmosphärendruck das Gleichgewicht haltende Quecksilbersäule nicht mehr vorhanden ist. Bevor ich die kapillare Umbiegung *o* angebracht hatte, wurde in Folge des eben erwähnten Umstandes das in *a* befindliche Quecksilber rasch in *h* hineingedrückt und Luft strömte nach, welche dann alles Quecksilber aus *h* in die Pumpe warf. Die kapillare Umbiegung verhindert dieses. Um das durch die aufsteigenden Gasblasen noch in die Höhe geworfene Quecksilber aufzufangen, sind die Erweiterung *m* und das schräg stehende Sicherheitsrohr *n* angebracht.

Um Manometer herzustellen, bediene ich mich der folgenden Einrichtung:

Die beiden Schenkel des Manometerrohres *t* sind durch eine verengte Röhre *d* verbunden. Nach Füllung von *t* mit dem nöthigen Quecksilber wird die Pumpe so weit wie möglich ausgepumpt, unter vorsichtigem Erwärmen des Quecksilbers in *t* aus bekannten Gründen. Nachdem die Pumpe im luftleeren Zustande längere Zeit stehen geblieben ist unter wiederholtem Erwärmen von *t*, schmilzt man *d* zu.

Diese einfache und sichere Methode lässt sich auch für Herstellung von Barometern verwenden.

Zum Schluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass für den ausgedehnten Gebrauch, welchen die Quecksilberluftpumpe in der Praxis gewonnen hat, die Hebung und Senkung des Quecksilbers durch eine einfache Saug- und Druckpumpe an Stelle von beweglichem Quecksilberbehälter mit Schlauchverbindung neben andern deshalb den Vorzug verdienen dürfte, weil dadurch die Gefahr der Quecksilbervergiftung, welche jetzt bei der Fabrikation der Glühlampen vielfach beobachtet ist, vermindert wird. Jeder Schlauch wird schliesslich schlecht, reisst und lässt Quecksilber durch, oder es tritt ein Leck an der Ansatzstelle des Schlauches ein. Diese Gefahr wird bei der Verwendung von Luftdruck zur Bewegung des Quecksilbers vermieden. Noch zweckmässiger würde es sein, wenn man das Quecksilber direkt durch einen Kolben in die Pumpe hineindrückt, wie es ja schon bei den ersten Versuchen über Quecksilberluftpumpen geschehen ist, und durch seine Schwere beim Zurückziehen des Kolbens zurücktreten lässt. Dann würde auch ein zu stürmisches Eindringen des Quecksilbers in die Pumpe, wodurch letztere manchmal zersprengt wird, vermieden. Auch lässt sich mit dieser Anordnung leicht eine doppeltwirkende Pumpe herstellen.

Referate.

Apparat zur elektrolytischen Bestimmung von Metallen.

Von Dr. L. C. Levoir. *Zeitschr. f. analyt. Chemie. 28. S. 63.*

Die zu elektrolysirende Flüssigkeit befindet sich in einer Platinschale, welche auf drei mit dem positiven Pol verbundenen Metallknöpfen ruht. Als negative Elektrode dient eine gleichgeformte kleinere Platinschale, welche mit drei Platindrähten an einem zweimal rechtwinklig gebogenen Häkchen aus dickerem Platindraht innerhalb der grossen Schale derart aufgehängt ist, dass ihr Abstand überall ungefähr 3 *cm* beträgt. Das Häkchen ruht in einer mit Quecksilber gefüllten Vertiefung des Armes eines hölzernen Statives, dessen Bodenplatte die erwähnten drei Metallknöpfe trägt. Das Quecksilber ist mit dem negativen Pol verbunden. Die an der grösseren Platinschale entwickelten und aufsteigenden Sauerstoffbläschen bewirken eine gleichförmige Mischung der Flüssigkeit. *Wgsch.*

Apparat zur mechanischen Darstellung der Brechung in Prismen (Refraktions-Goniometer).

Von A. P. Trotter. *Engineering 1889.* **47.** *No. 1220.*

Um zu einem gegebenen Einfallswinkel den Brechungswinkel graphisch zu konstruiren, kann man folgendermaassen verfahren: Man schlägt aus O (Fig. 1) Bögen, deren Radien proportional sind den Brechungsindices n und n' des vorderen und hinteren Mediums. Zieht man aus O einen Radius vector OP und verzeichnet in P den Einfallswinkel $\varphi = OPA$, so ist $OQP = \varphi'$ der gesuchte Brechungswinkel; denn im $\triangle\, OPQ$ ist $\sin OPQ : \sin OQP = OQ : OP = n' : n$. $\angle\, POQ = \varphi - \varphi'$ ist also die Ablenkung des Strahls durch Brechung an der ersten Fläche.

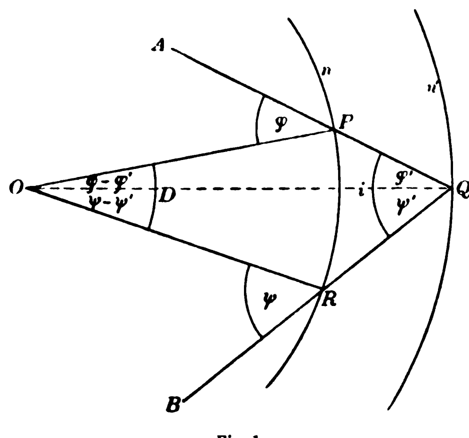


Fig. 1.

Bei der Brechung im Hauptschnitte eines Prismas ist ferner bekanntlich die Summe der inneren Brechungswinkel gleich dem Prismenwinkel und die Totalablenkung natürlich gleich der Summe der einzelnen Ablenkungen. Daher umgekehrt, wenn an PQ in Q der Prismenwinkel i verzeichnet wird $= PQR$, so ist $\angle\, ORB = \psi$ der Austrittswinkel und $\angle\, POR = (\varphi - \varphi') + (\psi - \psi')$ die Totalablenkung.

Diese von Radau herrührende Konstruktion verwirklicht Trotter mechanisch in folgender Weise. Zwei Arme a und b (Fig. 2), welche den Linien OP, OR der Fig. 1 entsprechen, sind um c drehbar; ihr Winkel kann an einem Gradbogen abgelesen werden. In d und e sind Schneiden angebracht, längs welcher die Arme f und g des zweiten Winkels gleiten. Der Drehpunkt des letzteren ist längs einer Skale in einer Führung beweglich, die in fester Verbindung mit c steht. Die Skale giebt das Verhältniss der Entfernungen $ch : ce$, also den relativen Brechungsindex der Prismensubstanz zur Umgebung des Prismas an. Die Winkel $(bg) = \varphi$ und $(fg) = \varphi' + \psi' = i$ sind ebenso wie (ab) an Gradbögen ablesbar. Man kann also mittels des Apparates zu zweien von den Grössen i, φ und D in leicht ersichtlicher Weise die dritte finden, oder auch n'/n als vierte Variable mit hineinziehen. Der Apparat gestattet, in der neben skizzirten rohen Konstruktion eine Genauigkeit von $^1/_4{}^\circ$ zu erreichen, doch zweifelt der Verf. nicht, dass dieselbe sich durch exaktere Ausführung noch erheblich steigern liesse. Der Apparat hat ihm für eine besondere Aufgabe, zu deren Lösung er ihn konstruirt hat, gute Dienste geleistet. Er glaubt, dass derselbe auch bei anderen Problemen von Nutzen sein könne.

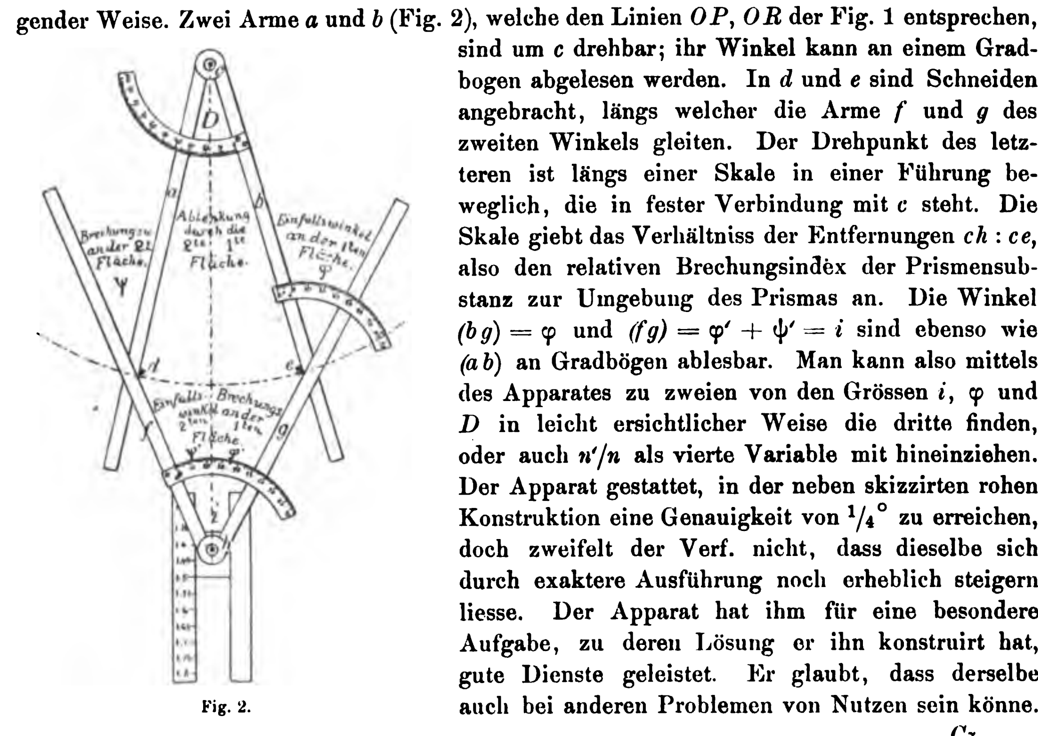


Fig. 2.

Cz.

Schnurheliostat.

Von Prof. Dr. A. Handl. *Praktische Physik. 1889.* **2.** *S. 65.*

Um bei der Benutzung eines Handheliostaten für den Unterricht die Einstellung des Apparates vom Beobachtungsplatze aus auf beliebige Entfernung bewirken zu können, benutzt Prof. Handl einen Spiegel von der Form des in der Geodäsie beim Heliotropen ge-

bräuchlichen, also einen um zwei Axen drehbaren Spiegel. An die Axen werden in geeigneter Weise Schnurläufe befestigt, welche zum Beobachtungsplatze führen und die bequeme Einstellung des Heliostaten gestatten. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Erster deutscher Mechanikertag zu Heidelberg am 15. und 16. September 1889.

Vorläufige Tagesordnung.

Sonntag, den 15. September, Vormittags 11 Uhr: Eröffnungs-Sitzung.

1. Begrüssung. 2. Wahl der Vorsitzenden und der Schriftführer. 3. Endgiltige Feststellung der Berathungsgegenstände und ihrer Reihenfolge. 4. Organisation der Mechanikertage. (Berichterstatter: Herr R. Jung-Heidelberg und Herr Dr. H. Rohrbeck-Berlin.) Demnächst Sitzung der Fraunhofer-Stiftung — Nachmittags 2 Uhr: Festessen. Hierauf Ausflug nach Ziegelhausen. (Zurück: Nachenfahrt.)

Montag, den 16. September, früh 9 Uhr: Erste Geschäftssitzung.

1. Sicherung günstiger Zollverhältnisse für die ins Ausland auszuführenden wissenschaftlichen Instrumente. (Berichterstatter: Herr G. Hirschmann-Berlin.) 2. Einführung eines einheitlichen Schraubengewindes. (Berichterstatter: Herr Direktor Dr. L. Loewenherz-Charlottenburg.) 3. Beseitigung der Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath. (Berichterstatter: Herr H. Haensch-Berlin.) 4. Etwaige weitere noch vorzuschlagende Berathungsgegenstände rein technischer Art.

Nachmittags 3 Uhr: Zweite Geschäftssitzung.

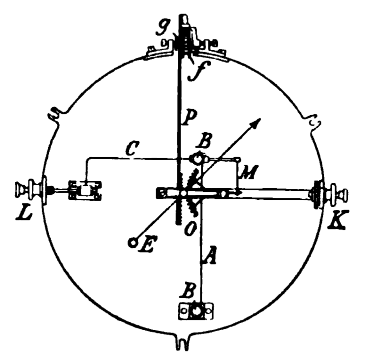
5. Die Lehrlings- und Gehilfenfrage. (Berichterstatter: Herr Privatdoc. Dr. M. Th. Edelmann-München, Herr W. Handke-Berlin, Herr Dr. H. Krüss-Hamburg.) 6. Die Anwendung der Unfallgesetze. (Berichterstatter: Herr J. Faerber-Berlin.) 7. Die Herausgabe eines Mechaniker-Kalenders und dessen Einrichtung. (Berichterstatter: Herr Dr. S. Czapski-Jena.) 8. Sonstige noch vorzuschlagende Berathungsgegenstände, welche die Führung des Gewerbes betreffen.

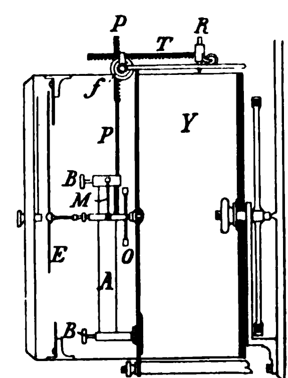
Patentschau.

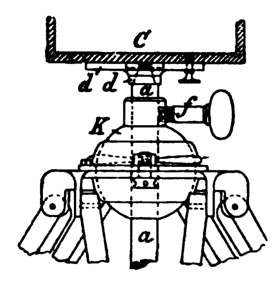
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Hygrometern. Von C. Admiraal in Ryp, Holland. No. 46895 vom 12. August 1888.

Zwischen eine feste und eine bewegliche Klemme *BB* ist ein vegetabilischer oder thierischer Streifen *A* festgeklemmt, welcher durch Präparation mit einer hygroskopischen Flüssigkeit selbst hygroskopisch und dadurch für Längenveränderungen in Folge von Feuchtigkeit empfindlich gemacht ist. Durch die Verbindung des Streifens *A* mit einer gespannten Feder *C*, dem Zwischenglied *M*, dem Sektor *O* und der Welle des Zeigers *E* wird die Längenänderung des Streifens *A* auf den Zeiger *E* übertragen. Zur Regulirung und Einstellung der Geschwindigkeit und Empfindlichkeit des Zeigers *E* dient die Ein- und Feststellvorrichtung *K* bezw. *L*. Um die Längenänderung des Arbeitsstreifens *A* selbstthätig zu registriren, ist dem Hygrometer eine Registrirvorrichtung hinzugefügt, welche aus der in den Zeigertrieb eingreifenden Zahnstange *P*, den Zahnrädern *g* und *f*, der mit Registrirstift *R* versehenen Zahnstange *T*, sowie der durch Uhrwerk bewegten und das Registrirblatt tragenden Registrirtrommel *Y* besteht.







Stativ für photographische Apparate. Von W. Kühn in Leipzig. No. 46882 vom 5. August 1888.

Das Stativ ist mit einem Kugelgelenk versehen, durch dessen Kugel K ein runder Stab a geführt ist, der mittels einer Flügelschraube f festgestellt werden kann. An dem oberen Ende des Stabes ist eine Scheibe d drehbar angeordnet, auf welcher die Kamera C befestigt ist. Diese Einrichtung ermöglicht bei feststehendem Kugelgelenk sowohl ein Verstellen der Kamera in ihrer Höhenlage, als auch eine Drehung derselben in der zur Axe des Stabes senkrechten Ebene, ohne die Stellung der Stativbeine verändern zu müssen.

Für die Werkstatt.

Entfernung von Aetzungen auf Glas.

Bezeichnungen auf Glasröhren, wie Ziffern, Firmenstempel, Aichstempel und Beglaubigungszeichen werden in neuerer Zeit meist durch das Trockenätzverfahren von Nienstädt hergestellt. Mitunter ist man in der Lage, solche Bezeichnungen beseitigen zu müssen. Dies lässt sich nach Herrn F. v. Liechtenstein unter Anwendung von Polirroth am sichersten und hinreichend schnell mit einem flachen feilenförmigen Instrument aus Glockengut erreichen, welches man in derselben Weise handhabt wie eine Feile. Versuche mit andern Materialien ergaben ungünstige Resultate; eine Kupferfläche z. B. erzeugte sehr leicht Risse. Das Verfahren führt bei Aetzstempeln von geringerer Ausdehnung in 10 bis 15 Minuten zum Ziel und hinterlässt keine Spuren. *P.*

Sandstrahlgebläse für den Werkstattsgebrauch.

Die Firma W. Noll in Minden i. Westphalen erzeugt und liefert komplette Einrichtungen zur Herstellung von Mattirungen auf Glas in so handlicher Form, dass dieselben für viele mechanische Werkstätten zu einem sehr nützlichen Hilfsmittel werden dürften, zumal der Anschaffungspreis ein mässiger ist. Die Einrichtung besteht aus einem Windkessel, an welchem eine Druckpumpe und ein Manometer befestigt ist. Mittels der Pumpe kann Luft bis zu 4 Atmosphären Pressung in den Windkessel gepumpt werden. Von letzterem führt ein Rohr nach dem Gebläsekasten, welcher von quadratischem Grundriss mit einer aus Glaswänden gebildeten flachen Pyramide abgedeckt ist, in deren Spitze die Düsen münden. Zur Aufnahme des Sandes dient ein oberhalb der Düsen angebrachtes cylindrisches Gefäss. Die Düsen sind mittels je eines Hahnes abzusperren. Desgleichen ist der Windkessel von der Pumpe und vom Rohr durch Hähne abzuschliessen. Die Vorbereitung der Glasflächen, welche mit stellenweiser Mattirung zu versehen sind, erfolgt durch Aufkleben von Schablonen aus weichem Material: Kupfer, Stanniol, Pappe oder Papier mittels Dextrin oder anderen verhärtenden Klebstoffen. Alsdann führt man den Gegenstand durch eine mit Zeug verhängte Seitenwand in den Kasten, öffnet zunächst die Luftdüse, lässt Sand zufliessen und führt dann die Fläche einige Male unter dem Sandstrahl hin und her. Die Wirkung ist eine sofortige und bei kleineren Flächen in etwa $1/4$ Minute eine vollkommene. Die Umrisse der aufgeklebten Schablone werden ganz scharf wieder gegeben, Figuren erscheinen scharf begrenzt und zwar um so schärfer, je dünner die Schablone ist. Die Feinheit des Korns kann durch verschieden feinen Sand oder Schmirgel geändert werden. Die Luft wird aus dem Kasten durch ein im oberen Theile befindliches weites Ansatzrohr geleitet. Der benutzte Sand fällt in eine den Boden bildende Schublade und wird von Zeit zu Zeit in den oberen Behälter zurückgeschüttet. Der Betrieb ist ein sehr einfacher und wohlfeiler und erfordert nicht, wie die meisten Aetzverfahren, eine besondere Uebung. *P.*

Warnung.

Der Umstand, dass in letzterer Zeit mehrfach seitens einiger Fachblätter Originalartikel unserer Zeitschrift nachgedruckt worden sind, ohne dass die hierzu gesetzlich erforderliche Ermächtigung bei der Redaktion nachgesucht worden ist, zwingt uns zu der Erklärung, dass wir in Zukunft gegen solche Verletzungen unserer Rechte unnachsichtlich einschreiten werden.

Herausgeber, Redaktion und Verlag der Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Oktober 1889.** Zehntes Heft.

Ueber eine Orientirungsvorrichtung zum Schneiden und Schleifen von Mineralien nach bestimmten Richtungen.

Von

R. Fuess in Berlin.

Die nachstehend beschriebene Vorrichtung kann vorzugsweise bei Maschinen mit rotirenden Schneidescheiben Anwendung finden. Die Abbildung Fig. 1 zeigt dieselbe in Verbindung mit dem bekannten Modell meiner kleinen Handschneidemaschine. Die Vorrichtung besteht aus drei getheilten Kreisen *a*, *b*, *c*, deren Axen so mit einander verbunden sind, dass sie in den Nullpunktlagen der Kreise senkrecht zu einander und theils senkrecht, theils parallel zur Ebene der Schneidescheibe stehen. Die Axe von *a* trägt an dem anschraubbaren Träger *r* den Krystall; vom Kreise *b* ist nur ein Bogenstück vorhanden, in welchem sich ein die Axe von *a* tragendes Schlittenstück verschiebt und dessen Zirkelpunkt ungefähr in dem angekitteten Krystall liegt. Die Verlängerung der Axe von *c* würde ebenfalls zu dem Punkte führen, in welchem *a* und *b* sich schneiden und wo auch der Krystall sich befindet.

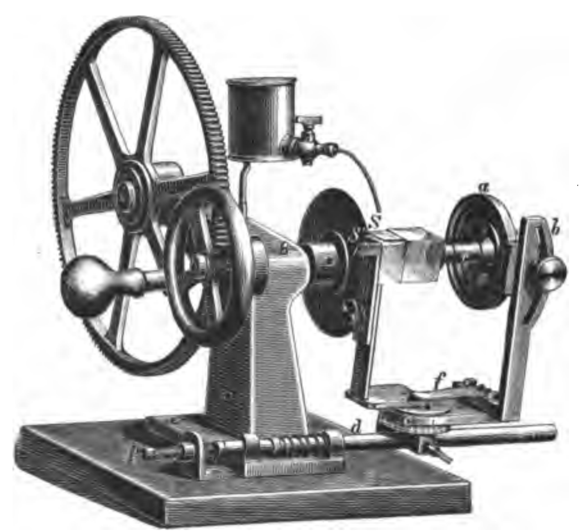


Fig. 1.

Dieses ganze Drei-Axensystem ist auf einer vierten, zur Ebene der Schneidescheibe senkrechten Axe *d* derartig befestigt, dass der Krystall durch Drehung derselben gegen den Rand der Schneidescheibe geführt werden kann. Ausserdem kann die Vorrichtung parallel auf *d* verschoben werden, behufs Einstellung derjenigen Stelle, wo der Einschnitt geschehen soll. Eine feinere Verstellung in gleichem Sinne wird durch die Schraube *p* bewirkt. Zum Zweck der Justirung des Krystalls ist die Fussplatte *r'* (Fig. 2) des Trägers *r* als Kugelschale gestaltet und in dem Kreise *a* so gelagert, dass sie allseitig verschoben und in jeder Lage festgeklemmt werden kann. Es ist ferner dem Kugelgelenk eine Einrichtung gegeben, welche wenigstens annähernd diejenigen Vortheile darbietet, welche die beiden Kreisschlitten an den bekannten Justirvorrichtungen der Goniometer besitzen. Die Fussplatte *r'* des Trägers *r* durchsetzt mit ihrer Klemmschraube die weite centrale

Bohrung des Kreises *a* und auch die Platte *q*, welche der äusseren konvexen Wölbung des Kreises anliegt. Da, wo der Schaft der Klemmschraube in *q* eintritt, ist derselbe flachgefeilt und gleitet in dem Schlitze *x* der Platte *q*. Letztere besitzt ausserdem noch zwei gegen *x* rechtwinklige Schlitze, in welche zwei im Kreise *a* festsitzende Führungsstifte *s*, *s* eintreten, sodass die Platte *q* sich nur in den Richtungen ihrer sich kreuzenden Schlitze bewegen lässt. Der Krystallträger *r* kann demnach in den Richtungen zweier aufeinander senkrechter Kreisbögen verschoben werden, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt in den Schnittpunkt der drei Axen *a b c* fällt, also in diejenige Stelle, wo sich der angekittete Krystall befindet. Für die Verschiebungen des Krystallträgers dient als Handhabe die Mutter *m*, mit welcher man nach vollendeter Justirung den Krystallträger fest anzieht. Zur Kontrole der Grösse der Verschiebung und der unveränderten Lage der einen oder der anderen Einstellung sind an geeigneter Stelle Theilstriche angebracht, wodurch man in den Stand gesetzt ist, etwa durch Unvorsichtigkeit geschehene Verrückungen erkennen und wieder korrigiren zu können. Wenn man diejenige Fläche eines Krystalls, welche zum Ausgangspunkt seiner Orientirung dienen soll, so gut wie möglich nach Augenmaass einer der vorhin erwähnten Schlitzrichtungen der Platte *q* parallel gestellt hat (die Richtungen der Schlitze fallen in die Verbindungslinien 0 . 180 und 90 . 270 des Kreises *a*), so vollzieht sich die Justirarbeit in ganz ähnlicher Weise wie bei den Goniometern (s. Groth. *Phys. Kryst.* 2. *S. 576*).

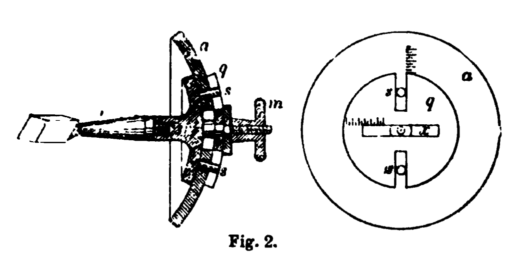


Fig. 2.

Zur Erzeugung eines optischen Signals für die Justirung von Krystallflächen dient der Spiegel *S*, Fig. 1, dessen Träger auf die Indexscheibe des Kreises *c* gesetzt ist und durch eine Feder *f* festgehalten wird. Eine Verstellung des Spiegels in vertikaler Richtung ist vorgesehen, um seine Ebene mit der Krystallfläche in Koinzidenz bringen zu können. Der Spiegel ist parallel dem Kreise *c*. Als Signale benutzt man am zweckmässigsten die horizontalen und vertikalen Linien von Fensterkanten.

Wenn die Justirung durch ein gespiegeltes Objekt nicht ausführbar ist, z. B. bei Krystallen mit nicht spiegelnden Flächen, so wird als Hilfsmittel zur Einstellung die Schneide *S'* (Fig. 1) benutzt, welche gegenüber dem Spiegel *S* an demselben Träger befestigt ist. Um diese Schneide, welche ebenso wie der Spiegel dem Kreise *c* parallel ist, dem Krystalle zuzuwenden, hat man nur den verschiebbaren oberen Theil des Trägers umzudrehen. Die Schneide muss aber auch senkrecht zum Kreise *a* gestellt werden können (zum Justiren von Krystallkanten) und dies geschieht, indem man ein cylindrisches Stahlstäbchen in eine nicht sichtbare Rinne der Indexscheibe des Kreises *c* einlegt und auf dieses den Träger setzt, in dessen Fussplatte eine gleiche Rinne eingehobelt ist. Die Schneide *S'* steht sodann senkrecht zu *a* und der Träger derselben kann jetzt auch nur in dieser Richtung verschoben werden. Für den Fall, dass ein zur Ebene des Kreises *a* paralleler Spiegel zur Orientirung erforderlich wäre, würde diesem Bedürfniss durch Ankleben eines Stückchens Spiegelglas an die Fläche des verschiebbaren Theils des Trägers leicht genügt werden können.

Die Operation der Orientirung eines Krystalles zur Schneidescheibe lässt sich am Besten durch ein Beispiel erläutern. „Es soll von einem Kalkspathrhom-

boeder ein Abschnitt senkrecht zur optischen Axe gemacht werden." Der Krystall wird an den Träger *r* so angekittet, dass vier seiner Kanten annähernd senkrecht zur Kreisfläche *a* und eine seiner Flächen parallel einem Schlitze der Platte *q* (Fig.2) zu stehen kommt; *a* muss vorher senkrecht zu *c* gestellt worden sein. Die stumpfwinklige Pyramide des Rhomboeders sei nach vorn, dem Beobachter zugekehrt. Ist in dieser Lage der Krystall durch Einspiegelung zweier Flächen justirt, so drehe man den Kreis *a* um 52,5°; dann ist die optische Axe parallel der Kreisfläche *c*. Die Neigung der optischen Axe gegen die Kreisfläche *a* oder gegen die derselben parallele Schneidescheibe beträgt in dieser Lage 26°, sodass es nur noch einer Drehung des Kreises *c* um 64° bedarf, um die optische Axe senkrecht zur Schneidescheibe zu richten.

Das obige Beispiel, bei welchem die Drehung der Axen *a* und *c* zur Herstellung der erforderlichen Lage des Krystalles schon hinreichte, während die Axe *b* nicht in Anspruch genommen wurde, möge genügen, um die mannichfaltige Verwendbarkeit der neuen Orientirungsvorrichtung anzudeuten.

Im Allgemeinen ist die freie Drehbarkeit um zwei sich rechtwinklig kreuzende Axen genügend, um einem Körper jede beliebige Lage zu ertheilen. Unsere Vorrichtung enthält zwei solche Axen, nämlich *a* und *c*, während die Axe *b* nur eine beschränkte Drehung gestattet. Um eine allgemein giltige Regel herzuleiten, nach welcher die Kreise einzustellen sind, damit die erzeugende Fläche eine bestimmte Lage habe, nehmen wir ein rechtwinkliges Koordinatensystem an, dessen Axen XYZ mit der Richtung der Axen von abc bei Nullstellung der Theilkreise zusammenfallen sollen, ebenso wie die Rotationsaxe der Schneidscheibe oder Schleiffläche parallel zu X (bezw. der a-Axe in der Nullstellung) ist. Die Normale der abzuschleifenden Fläche muss demnach jedenfalls mit der X-Axe zusammenfallen.

Hat man den Krystall nach zwei Flächen orientirt, deren Lage aus der Krystallform bekannt ist und es soll in dieser Stellung die Normale der zu erzeugenden Fläche mit den feststehenden Axen XYZ die Winkel $\alpha\beta\gamma$ bilden, so erzielt man die richtige Lage, indem man zunächst die Axe von a (d. i. X) so weit dreht, dass die Normale in die horizontale XY-Ebene fällt. Der erforderliche Drehungswinkel bestimmt sich, wie aus der Figur 3 hervorgeht, aus:

$$\sin u = \frac{O\,C_z}{C\,C_x} = \frac{\cos\gamma}{\sin\alpha}, \text{ oder}$$
$$\cos u = \frac{O\,C_y}{C\,C_x} = \frac{\cos\beta}{\sin\alpha}.$$

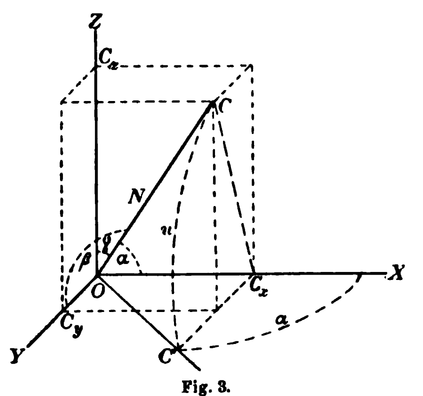


Fig. 3.

Der Winkel $C'\,O\,C_x$ um welchen nunmehr die Axe von c (d. i. Z) gedreht werden muss, ist derselbe, den die Normale N mit der X-Axe bildete, d. h. α.

Hat man eine zweite Fläche herzustellen, welche mit der ersten einen bestimmten Winkel bilden soll, so verwendet man hierzu die Axe von b. Sind Schliffe an Krystallen auszuführen, deren zur ersten Orientirung verwendbare Flächen nicht mit dem orthogonalen Koordinatensystem zusammenfallen, auf welches sich die gegebenen Neigungen $\alpha\beta\gamma$ beziehen, so wird man aus der Krystallform die Lage jener Flächen zu dem Axensystem und daraus diejenigen Winkel $\alpha'\beta'\gamma'$ ermitteln können, welche dann bei dem vorhin angegebenen Verfahren in Frage kommen.

Es wird vielleicht der nicht unbegründete Einwand erhoben werden können, dass die Schneidescheibe nicht so genau den Schnitt vollzieht, wie die Orientirungsvorrichtung die Einstellung der Schnittbahn gestattet. Dem gegenüber sei bemerkt, dass gut laufend gerichtete und ebene Schneidescheiben die Schnittbahn immer einhalten. Freilich erfordern die Scheiben eine sehr sorgfältige Behandlung, um sie längere Zeit in tadellosem Zustande zu erhalten, und man wird häufig mit solchen zu thun haben, die etwas schief schneiden. Zur Korrektion solcher schief geschnittenen Flächen besitzt indess die Schneidemaschine zweckentsprechende Einrichtungen.

Die vordere Fläche der ziemlich grossen Mutter, welche die Schneidescheibe auf ihrer Spindel festhält, ist plan abgedreht und bietet eine rotirende Schleiffläche dar, auf welcher die nach dem Abschnitt entstandene Fläche des Krystalls sogleich nachgeschliffen bezw. korrigirt werden kann. Die Orientirungsvorrichtung bildet auch hier die „künstliche Hand“, welche den Krystall in der vorgeschriebenen Lage festhält. Durch Einstellung der Schraube *p* kann man denselben mit dem nöthigen Druck der Schleiffläche anliegen lassen, sodass es nur noch der bekannten Hin- und Herführung des Krystalls auf der mit Schmirgel versehenen Schleifplatte bedarf, um zum Ziele zu gelangen. Bei kleinen Krystallen wird es zweckmässig sein, die gewünschte Fläche überhaupt nur durch Abschleifen herzustellen. Wenn Anfangs erwähnt wurde, dass die Orientirungsvorrichtung vorzugsweise bei Schneidemaschinen verwendbar sei, so zeigt die zuletzt beschriebene Anwendung derselben, dass die Vorrichtung auch bei Schleifmaschinen gute Dienste leisten kann. Der Orientirungsapparat ist zum Patent angemeldet.

Abbildungen magnetischer Felder.

Von

Dr. **St. Lindeck**, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bei einem Vortrage in der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik demonstrirte ich vor einiger Zeit Abbildungen magnetischer Felder, welche ich auf Anregung der Redaktion hier veröffentliche.

Die Bilder sind nach der bekannten Methode mit Eisenfeilspänen in folgender Weise hergestellt: Ein Bogen Zeichenpapier wurde mit hellem Lack (Silberlack) mehrmals überstrichen, nach dem Trocknen auf einem Reissbrett oder einem dünnen Messingblech in das abzubildende Feld gebracht und mit Feilspänen überstreut. Die Einstellung der Eisentheilchen in die Kraftlinien wurde durch Klopfen mit einem unmagnetischen Gegenstand befördert und sodann das Bild gleich im magnetischen Feld durch einen Sprühregen von Silberlack fixirt, den man mit einem Zerstäuber über den Bogen spritzte. Nach einer Stunde etwa ist der Lack trocken und die Feilspäne haften dann fest auf dem Papier.

Auf diese Weise kann man ohne Mühe schöne Abbildungen von grösseren Theilen eines Feldes erhalten; die Mehrzahl der hier mitgetheilten ist bis auf $^1/_6$ der wirklichen Grösse verkleinert.

Fig. 1 stellt das Feld eines grossen Elektromagneten ohne Polschuhe mit aufrecht stehenden, cylindrischen Schenkeln dar, in einer horizontalen Ebene in der Nähe der Endflächen der Schenkel. Die beiden Polflächen haben entgegengesetzten Magnetismus. Der Elektromagnet wurde nur mit schwachem Strom erregt, um zu

Fig. 1. Ungleichnamige Pole

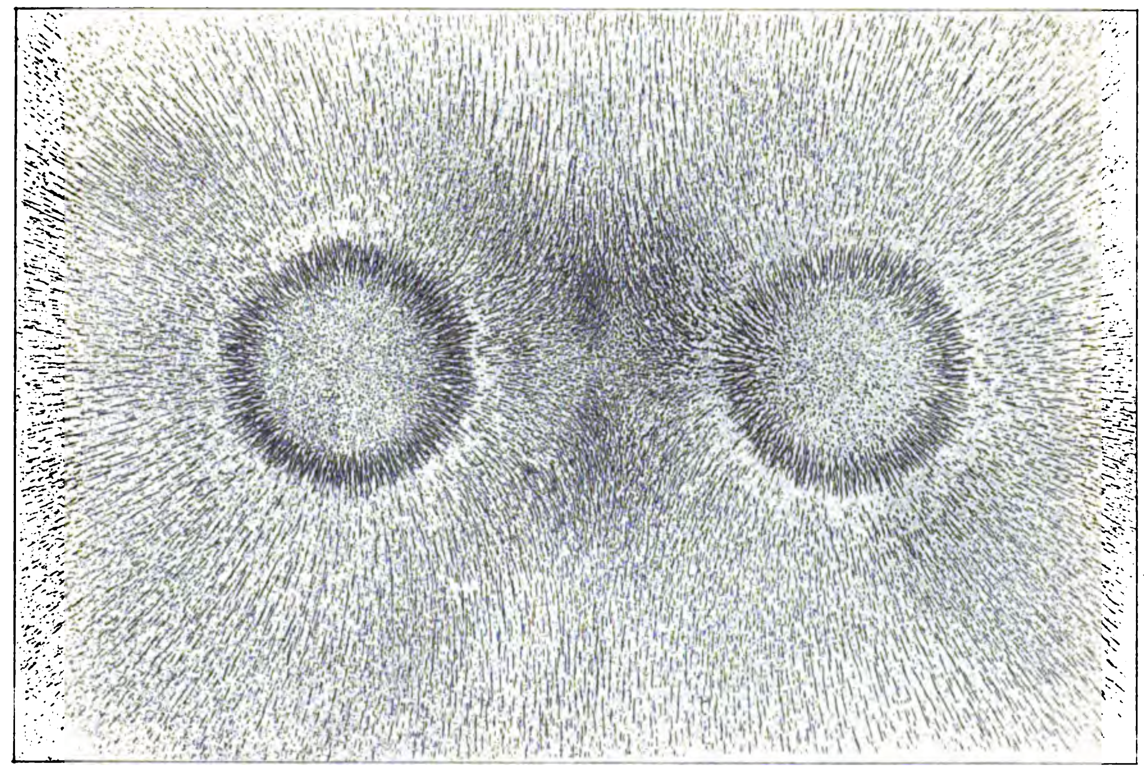


Fig. 2. Gleichnamige Pole

Verlag von Julius Springer Berlin. *Photolithographie H. Riffarth.*

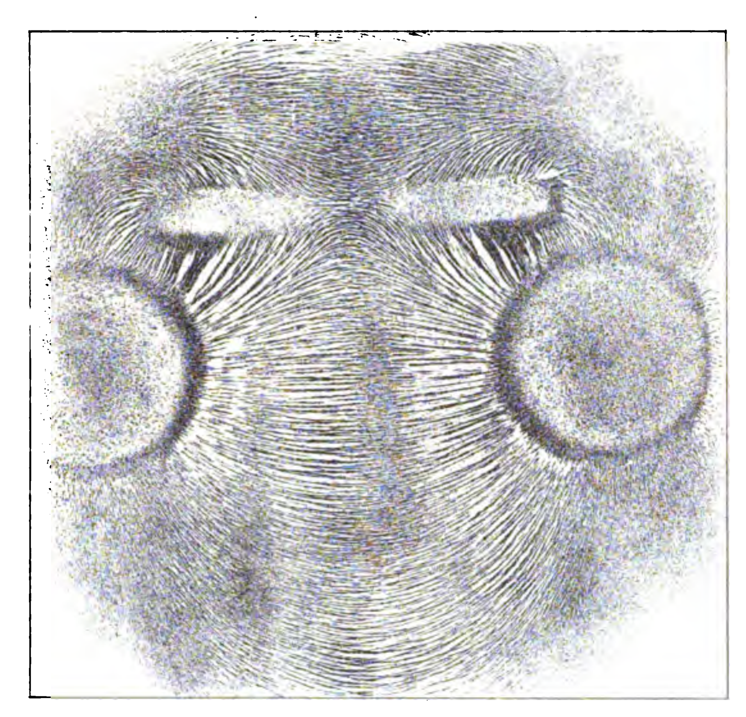


Fig. 3. Weiches Eisen im Felde

Fig. 4. Magnet im Felde

Verlag von Julius Springer Berlin. *Photolithographie H. Riffarth.*

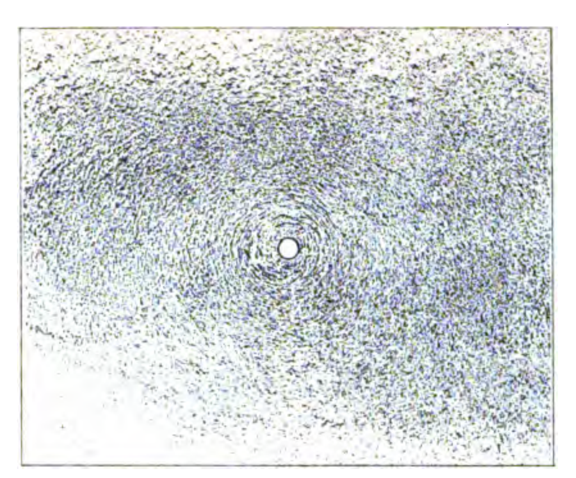


Fig. 5. Geradliniger Stromleiter

Fig. 6. Ringförmiger Stromleiter

Verlag von Julius Springer, Berlin. Photolithographie: H. Rißarth.

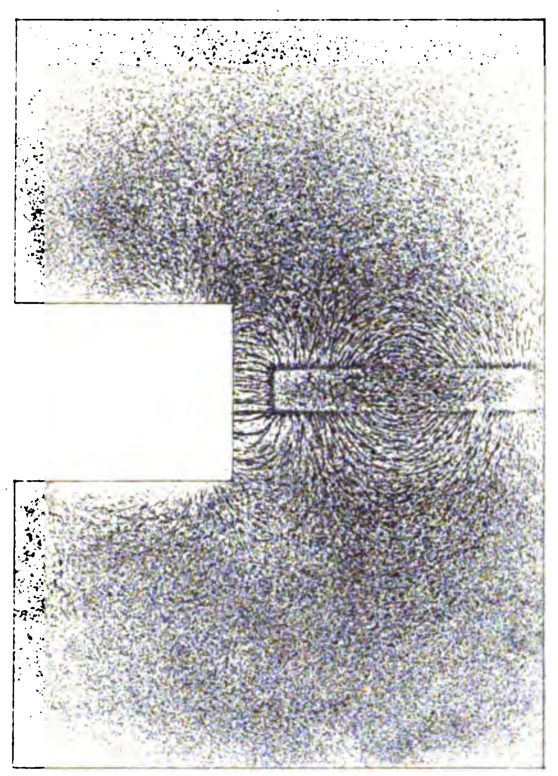
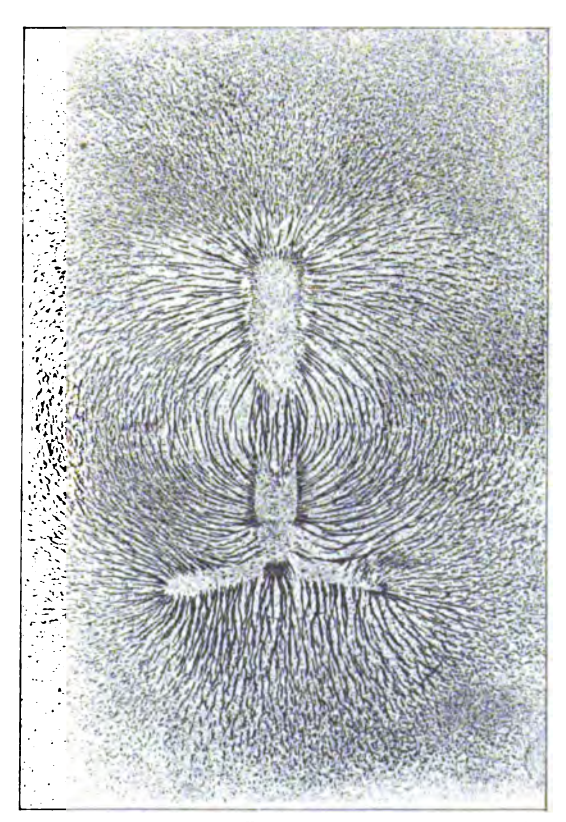




Fig. 7. *Magnet von einer Stromspule* *Fig. 8.*

angezogen *abgestossen*



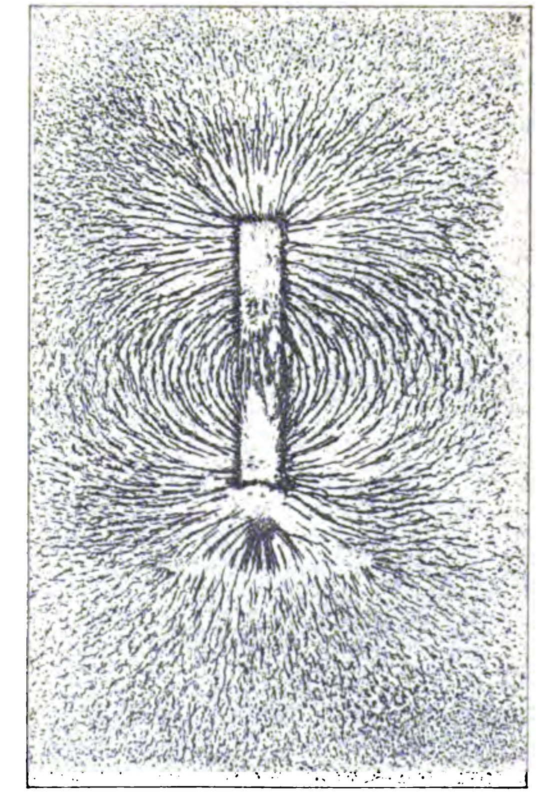


Fig. 9. *Telephon* *Fig. 10.*

Verlag von Julius Springer Berlin. *Photolithographie H. Riffarth.*

vermeiden, dass die Feilspäne sich zu dicken Büscheln nach der Mitte zusammenschoben. Fig. 2 giebt das Bild der in derselben Ebene wie vorher verlaufenden magnetischen Kurven, wenn der Elektromagnet gleichnamige Pole nach oben kehrt. Die Kraftlinien weichen sich hier gegenseitig aus; in der Mitte zwischen beiden Polen entsteht eine Indifferenzstelle.

Um die Fähigkeit des Eisens zu zeigen, die Kraftlinien in sich zu verdichten, brachte ich einen ausgeglühten Eisenstab in gleicher Höhe mit den Polflächen seitlich in das durch Fig. 1 wiedergegebene Feld. Fig. 3 zeigt den vollständig veränderten Verlauf der magnetischen Kurven. In der Nähe der beiden Magnetpole haben sich die Feilspäne in grosser Dichte angeordnet. Die Kraftlinien in der Nachbarschaft des Eisenstabes biegen sich, soweit sie nicht ihren Weg durch das Eisen nehmen, von allen Seiten nach demselben hin.

Bei der Anordnung, deren Bild wir in Fig. 4 sehen, war ein Stabmagnet in der Mitte zwischen den ungleichnamig magnetisirten Polflächen äquatoreal und in gleicher Höhe mit denselben befestigt. Zu beiden Seiten des Magnetstabes treten zwei Indifferenzstellen, ähnlich der in Fig. 2 sichtbaren, scharf hervor; oberhalb der linken und unterhalb der rechten verlaufen die Kurven zwischen den ungleichnamigen Polen ähnlich wie in Fig. 1. Nach Faraday's Anschauung haben die Kraftlinien das Bestreben, sich zu verkürzen; wenn der Magnetstab um eine vertikale Axe frei beweglich wäre, würde diese Verkürzung eine axiale Einstellung desselben bedingen.

Die magnetischen Felder stromführender Leiter sind deshalb schwieriger abzubilden, weil sehr starke Ströme nöthig sind, um auf mässige Entfernung hin die magnetische Wirkung sichtbar zu machen. Fig. 5 stellt das Feld eines geradlinigen, von einem Strome von ungefähr 150 *Ampère* durchflossenen Leiters von kreisförmigem Querschnitt in einer zur Stromrichtung senkrechten Ebene dar. In der unmittelbaren Nähe der Durchtrittsstelle wurden die Feilspäne von dem stromführenden Drahte kräftig angezogen. Fig. 6 giebt ein Bild der Kraftlinien eines Stromes von etwa 300 *Ampère*, welcher einen vertikal stehenden ringförmigen Leiter, ähnlich dem Ringe einer Tangentenbussole für starke Ströme, durchfliesst. Der Bogen befand sich in der den horizontalen Durchmesser des Rings enthaltenden Ebene und hatte an den Stellen seitliche Ausschnitte, wo der Leiter durch die Ebene des Papiers hindurchtrat. An diesen Stellen sieht man auch, noch deutlicher wie in der vorhergehenden Figur, die kreisförmige Anordnung der Feilspäne im Felde von geradlinigen Leitern. In der Mitte kann auf einige Entfernung hin das Feld als gleichförmig betrachtet werden. Die Magnetnadel einer Tangentenbussole darf sich bekanntlich nur in diesem Theile des Feldes bewegen.

Die magnetische Wirkung eines Stromes lässt sich jedoch auch mit verhältnissmässig schwachen Strömen sichtbar machen. Liegt ein Magnet vor einer von einem Strom durchflossenen Spule, so herrscht je nach der Richtung des Stromes und der Lage der Pole das Bestreben, den Magnet in die Spule hineinzuziehen oder ihn abzustossen. Fig. 7 und 8 stellen diesen Fall dar; die Spule befand sich in den Ausschnitten der beiden Bogen. Bei der geringen Stärke des hier zur Verwendung gelangten Stromes treten die Kraftlinien desselben allerdings nicht sehr scharf hervor.

In den beiden letzten Figuren endlich suchte ich die Vorgänge in einem Telephon, welches als Empfänger wirkt, an der Veränderung im Verlaufe der Kraftlinien zu zeigen. Zu diesem Zwecke wurde das Modell eines Telephons hergestellt,

aus einem permanenten Magnete, Eisenkern mit Spule und einem etwas gebogenen Plättchen von weichem Eisen bestehend. Ein Strom wurde durch die Spule geschickt, so dass er einmal den Magnetismus des permanenten Magneten verstärkte (Fig. 9), das andere Mal ihn schwächte (Fig. 10). In dem ersten Falle nehmen die Kraftlinien zum grössten Theile ihren Weg von dem in der Figur oben liegenden Pole des Stahlmagneten nach der Eisenplatte, welche gleichsam der zweite Pol des magnetischen Systems wird. Die Indifferenzzone des permanenten Magneten liegt auch nicht mehr in seiner Mitte: Die Membran eines wirklichen Telephons würde angezogen worden sein. Im zweiten Falle dagegen gehen die meisten Kraftlinien von einem Pole des Stahlmagneten zum anderen; die Indifferenzzone liegt wieder in der Mitte: Die Membran eines Telephons wird losgelassen.

Die Methode, mit Hilfe von Eisenfeilspänen sich Kenntniss von der Richtung und der ungefähren Stärke der magnetischen Kraft in einem gegebenen Felde zu verschaffen, ist für Unterrichtszwecke wie zur wissenschaftlichen Forschung in vielen Fällen sehr geeignet. Silv. Thompson hat bei Untersuchungen an Dynamomaschinen wiederholt Gebrauch von ihr gemacht.

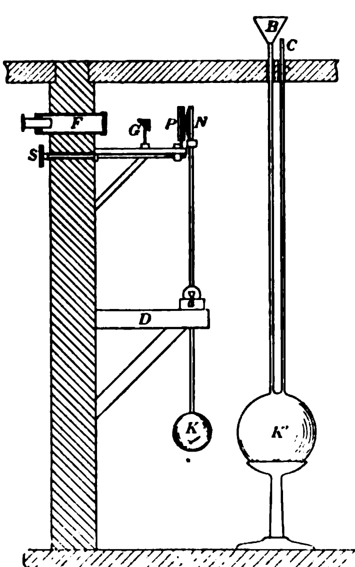
Ueber einen neuen Apparat zur Bestimmung der Erddichte.

Von

Dr. **W. Láska** in Prag.

Da die genaue Kenntniss der mittleren Erddichte für so viele physikalische Probleme von eminenter Wichtigkeit ist, so war man auch bestrebt, immer vollkommenere Apparate zu ihrer Bestimmung zu ersinnen. Der von mir konstruirte Apparat, dessen Beschreibung ich hiermit mittheile, dürfte sich durch seine Empfindlichkeit auszeichnen.

Auf einem in die Mauer eingelassenen Stativ *D* ruht vermittels der Schneide *a* ein Doppelhebel oder Doppelpendel, dessen unteres Ende eine Bleikugel *K* trägt, während am oberen Ende eine Newton'sche Linse *N* von grosser Brennweite befestigt ist. An diese kann vermittels der Schraube *S* die Glasplatte *P* so genähert werden, dass im Fernrohr *F* bei einer monochromatischen Beleuchtung (Natriumflamme, vermittelt durch das Glasprisma *G*) Newton'sche Farbenringe erscheinen. Dieselben sind schwarz und man kann leicht einen von ihnen im Fadenkreuz des Fernrohrs *F* fixiren. Das Fernrohr ist eingemauert; die Ablesungen, sowie die Beleuchtung geschehen von einem entfernten Raume aus, um nicht durch Temperaturstörungen beeinflusst zu werden.



In einer genau gemessenen Entfernung von der Kugel *K* ist die Glaskugel *K'* aufgestellt, die vermittels der Glasröhren *B* und *C* mit einem oberhalb des Beobachtungsraumes befindlichen Zimmer verbunden ist. Die Versuche werden in folgender Art durchgeführt. Die Beobachtungen geschehen in einem Keller; derselbe ist für konstante Temperatur eingerichtet,

so dass alle Apparate in ihm gleiche Temperatur annehmen. Sodann wird am Tage der Beobachtung die Kellertemperatur von aussen ermittelt und so viel Quecksilber auf diese Temperatur (wenigstens genähert) gebracht, als zur Füllung der grösseren Glaskugel K' nöthig ist. Hierauf wird ein Newton'scher Ring am Fadenkreuz fixirt und sodann durch das Glasrohr B das Quecksilber in die Kugel K' gegossen, welche sofort anziehend auf die Kugel K einwirkt, wodurch wieder der Abstand von P und N geändert wird; den Betrag dieser Aenderung kann man aus der Anzahl der Ringe berechnen, die durch das Fadenkreuz des Fernrohrs gehen.

Wie aus dieser Veränderung die Erddichte zu berechnen ist, kann als bekannt angenommen werden und wird bei der Publikation der Resultate an anderem Orte ausführlich beschrieben werden. Es mag noch bemerkt werden, dass die Entfernung der beiden Kugeln von einander zunächst zur Kontrole durch Messung bestimmt und nachher aus dem Versuch abgeleitet wird.

Prag, Juni 1889.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Verhandlungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscherversammlung zu Heidelberg.

1. Sitzung. Heidelberg, den 18. September 1889. Vorsitzender Herr Professor J. W. Brühl - Heidelberg.

Herr Prof. Brühl eröffnete als einführender Vorsitzender die erste Tagung der neugebildeten Abtheilung für Instrumentenkunde mit einer Begrüssung der erschienenen Theilnehmer. Der Herr Vorsitzende wies darauf hin, dass der Wunsch, das Zusammenarbeiten zwischen den Männern der Wissenschaft und der Praxis, welchem schon so viele schöne Resultate zu verdanken seien, immer inniger zu gestalten, zu der Bildung der Abtheilung geführt habe, und hoffte, dass die Verhandlungen dazu führen würden, dieses Zusammenwirken zu befruchten und zu stärken.

Nach der Bildung des Bureaus wurde gleich in die Verhandlungen eingetreten. Es wurden folgende Vorträge gehalten:

1. Herr Dr. Westphal - Berlin verlas im Auftrage des Herrn Geheimrath Prof. Dr. Foerster - Berlin die nachfolgenden Darlegungen desselben über:

Die Decimaltheilung des Quadranten.

Die Vorzüge der Decimaleintheilung des Quadranten vor jeder anderen Eintheilungsart von Winkelmessinstrumenten bestehen bekanntlich in einer ausserordentlichen Vereinfachung aller trigonometrischen Rechnungen mit Winkelgrössen. Hiernach kann kein Zweifel mehr obwalten, dass dieser Eintheilungsart für alle Winkelmessinstrumente, welche zu astronomischen, magnetischen, geodätischen, sowie überhaupt zu bau- und kulturtechnischen Zwecken dienen, die Zukunft gehört.

Ueber die Geschichte und die allgemeine Bedeutung dieser rechnerischen und instrumentalen Verbesserung hat der Unterzeichnete sich zuletzt in einer Vorrede näher ausgesprochen, die den im Verlage von Georg Reimer in Berlin erschienenen und von Herrn Harry Gravelius herausgegebenen fünfstelligen Logarithmentafeln für Decimaltheilung des Quadranten vorangestellt ist. (Einige von der Verlagsanstalt bereitwilligst zur Verfügung gestellte Exemplare dieser Tafeln kamen zur Vertheilung. D. Red.)

Als eine Ergänzung zu den Darlegungen dieser Vorrede kann hier noch mitgetheilt werden, dass in neuester Zeit, nämlich im Februar 1889, auch von Seiten des militärischen Direktors des gesammten Landesvermessungsdienstes von Frankreich eine fünfstellige und vierstellige Logarithmentafel mit Decimaltheilung des Quadranten herausgegeben worden ist.

In der Einleitung zu diesen Tafeln wird ausdrücklich angegeben, dass sich das Bedürfniss nach der Anwendung der decimalen Theilung des Quadranten immer mehr geltend mache, weil diese Art der Eintheilung vor der älteren (sexagesimalen) unbestreitbare Vorzüge darbiete. Zugleich wird in Aussicht gestellt, dass im Jahre 1890 eine entsprechende achtstellige Tafel veröffentlicht werden solle.

Diese neueste Aktion von einer Stelle, an welcher die praktische Durchführung der neuen Eintheilung ihren Ursprung genommen hat, ist um so wichtiger, als bekanntlich von mehreren Seiten nach durchaus missverständlichen Gesichtspunkten die Einführung einer decimalen Eintheilung des ganzen Umkreises empfohlen worden war. Man darf annehmen, dass diese Irrung, welche in Deutschland überhaupt gar keinen Anklang gefunden hat, durch das vorerwähnte neueste Auftreten der französischen Fachgenossen auch in Frankreich und anderswo für die Zukunft gänzlich beseitigt ist.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde würde sich ein grosses Verdienst erwerben, wenn sie für die Durchführung der Eintheilung des Quadranten in 100 Grade, des Grades in 100 Minuten und der Minute in 100 Sekunden kräftig eintreten wollte. Hierzu würde allerdings am meisten beitragen, dass auch von Seiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit der Herstellung von Normaleintheilungen dieser Art vorgegangen wird, und dass diejenigen Herren Mechaniker, welche für andere Fachgenossen Eintheilungen ausführen, ebenfalls die neue Eintheilung verbreiten helfen wollten.

Bisher ist es eigentlich nur der Mangel an bequem eingerichteten Rechentafeln für die neue Eintheilung gewesen, welcher die Durchführung dieser Verbesserung gehemmt hat. Es ist zu erwarten, dass die vorerwähnten Anfänge und Fortgänge in der Herstellung geeigneter Tafeln für die Decimaltheilung des Quadranten binnen kurzem bei den Gelehrten und bei den Technikern den allgemeinen Wunsch wachrufen werden, vorzugsweise mit Instrumenten von neuer Eintheilung zu arbeiten.

Ein geeigneter Schritt zur Förderung der ganzen Reform würde vielleicht darin bestehen, dass man sich in Mechanikerkreisen über die zweckmässigsten Eintheilungsstufen bei den verschiedenen Arten von Instrumenten einigte, z. B. welche Eintheilungsstufen bei solchen Instrumenten zur Anwendung kommen sollen, bei denen bisher das kleinste Intervall 10 Minuten, oder bei denen es 5 bezw. 2 Minuten betragen hat.

10 Minuten der älteren Eintheilung sind gleich 18,52 Minuten der neuen Eintheilung; es würde also vielleicht ganz zweckmässig sein, statt der vorerwähnten Eintheilungsarten nach älterem System die kleinsten Eintheilungsstufen von 20, 10 oder 5 Minuten nach neuerem System einzuführen. Während bisher bei den vorgenannten Eintheilungsarten auf den Quadranten

bei	dem	kleinsten	Intervall	von	10	Minuten	540	Intervalle
„	„	„	„	„	5	„	1080	„
„	„	„	„	„	2	„	2700	„

kamen, würde nach obigem Vorschlage bei der neueren Eintheilung auf einen Quadranten kommen:

bei	einem	kleinsten	Intervall	von	20	Minuten	500	Intervalle
„	„	„	„	„	10	„	1000	„
„	„	„	„	„	5	„	2000	„

Es ist mir zur Zeit nicht bekannt, wie in dieser Beziehung die bisherige Praxis derjenigen deutschen Mechaniker, welche bereits Instrumente mit neuer Eintheilung ausgeführt haben, sich verhalten hat; die bereits dabei gemachten Erfahrungen werden ja schliesslich grösseres Gewicht haben als die obigen Vorschläge.

Vielleicht würde es eine geeignete Aufgabe des deutschen Mechanikertages sein, einige nähere Ermittlungen über diese und ähnliche Fragen bei den Fachgenossen anzustellen, insbesondere auch ins Klare zu bringen, in welchem Umfange bisher schon die Decimaleintheilung des Quadranten zur instrumentalen Ausführung gelangt ist, und welchen

Gang die Entwicklung dieser Verbesserung bisher in Deutschland genommen hat. Wie es scheint, sind in Süddeutschland die Vorzüge des neueren Eintheilungssystems schon seit längerer Zeit in stärkerem Maasse gewürdigt worden als anderswo.

Es könnte wohl von Seiten des Mechanikertages eine Einladung an sämmtliche deutsche Mechaniker gerichtet werden, sich bis zur nächstjährigen Versammlung über alle diese Punkte zu äussern, und einer der Herren Fachgenossen könnte es vielleicht übernehmen, diese Aeusserungen einzuholen, zu sammeln und für die nächstjährige Verhandlung zu bearbeiten.

Königliche Sternwarte zu Berlin, am 7. September 1889. *W. Foerster.*

An die Verlesung der obigen Entwicklungen knüpfte Herr Dr. Westphal einige Bemerkungen über die verschiedenen Bezeichnungsarten der decimalen Theilung, sowie einige geschichtliche Notizen, in welcher er hervorhob, dass die erste „Theilscheibe“ für decimale Theilung 1799 von dem Berliner Mechaniker Wagner eingerichtet worden sei, der u. A. auch Transporteure mit neuer und alter Theilung angefertigt habe. — Herr Direktor Dr. Loewenherz - Charlottenburg gab als einer der Vorsitzenden des Deutschen Mechanikertages die Erklärung ab, dass letzterer sich mit der vorliegenden Frage beschäftigen werde.

2. Herr Frank v. Liechtenstein - Charlottenburg sprach über das Blauanlassen von Stimmgabeln und über die Anlauffarben von Metallen überhaupt. Der Vortragende berichtete über die Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt auf diesem Gebiete, welche von Herrn Direktor Dr. Loewenherz im vorigen Hefte dieser Zeitschrift S. 309 eingehend dargelegt worden sind.

3. Herr Direktor Dr. Loewenherz - Charlottenburg demonstrirte ein nach den Vorschlägen von Dr. Assmann und von Siegsfeld von R. Fuess in Berlin konstruirtes Aspirations-Phychrometer, sowie eine von F. Sartorius - Göttingen für die Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission erbaute Präcisionswaage für 10 *kg* Belastung. Da beide Apparate demnächst in dieser Zeitschrift beschrieben werden sollen, kann von einer Mittheilung des Vortrages hier abgesehen werden.

4. Herr H. Haensch - Berlin führte einen vereinfachten Polarisationsapparat für Demonstrationszwecke vor und brachte hierbei Modelle der verschiedenen Polarisations-Prismen zur Anschauung. Wir hoffen unseren Lesern im nächsten Jahrgange eine Beschreibung des Apparates und der Modelle geben zu können.

5. Herr Dr. H. Rohrbeck - Berlin hielt den folgenden Vortrag:

Ueber Wärmeregulatoren.

Das exakte Funktioniren der Wärmeregulatoren, welche auf der Spannkraft der gesättigten Dämpfe leicht siedender Flüssigkeiten beruhen, wird durch die Luftdruckschwankungen beeinflusst. Die daraus resultirenden Temperaturdifferenzen werden auf elektrischem Wege eliminirt. Der Regulator, in der von Lothar Meyer angegebenen Form, wird vollkommen luftdicht durch eine Stopfbüchse mit einem beweglichen Metallstempel verschlossen. Derselbe steht mit einer Klemmschraube in leitender Verbindung, während eine zweite Klemmschraube mit einem isolirten Draht verbunden ist, der in den unteren Theil des Regulators hinabreicht. Die Stopfbüchse hat oben eine becherförmige Erweiterung zur Aufnahme von Quecksilber, um rings um den Stempel einen absolut luftdichten Verschluss herzustellen.

Ist die gewünschte Temperatur erreicht, so schiebt man den Stempel soweit hinein, dass ein an ihm befindlicher Platinstift die Quecksilberkuppe berührt. Dadurch wird ein Strom geschlossen, welcher die Gaszufuhr zur Heizflamme elektromagnetisch regulirt. Das Gas geht zu dem Zweck in eine Büchse, von der es dann erst zum Brenner gelangt; sobald der Strom geschlossen ist, wird die Ausströmungsöffnung durch einen Anker abgesperrt. Damit die Flamme indessen nicht erlischt, befindet sich noch eine Zweigleitung an der Büchse, welche durch einen Hahn regulirt werden kann, um für die verschiedenen Temperaturen die Nothflamme variiren zu können.

Hat man eine derartige regulirbare Nothflamme nicht, so bekommt man bei niedrigen Temperaturen leicht eine Ueberhitzung im Apparat, dessen Temperatur konstant gehalten werden soll, während man für hohe Temperaturen, wenn die Nothflamme sehr klein ist, zu heftige Wasserströmungen im Bade erhält. Es empfiehlt sich daher, die Nothflamme so gross als möglich bei diesem Regulator einzustellen, um die Wasserströmungen zu vermeiden. Alsdann gelingt es Tage und Wochen lang, die Temperatur bis auf 0,1° konstant zu halten.

Um im Papin'schen Topf Wasserdämpfe auf konstant hoher Temperatur zu halten, bedient man sich öfter eines Regulators, den man wohl als Manometer-Regulator bezeichnet. Derselbe, von Davidson mit elektrischer und von Gatrell mit mechanischer Regulirung versehen, ist indessen nicht ohne Weiteres als Thermoregulator, wie dies oft geschieht, anzusehen. Er wirkt nämlich nur dann richtig, wenn man gesättigten Wasserdampf im Apparat hat. Diesen liefert aber der Papin'sche oder Nägeli'sche Topf nicht immer. Erhitzt man z. B. im Nägeli'schen Topf Wasser zum Sieden, ohne die Luft vollkommen entfernt zu haben, so erhält man im Apparat einen Ueberdruck, schon bevor das Thermometer auf 100° gekommen ist, und noch ehe es die dem Drucke einer Atmosphäre zugehörige Temperatur anzeigt, bläst bei geöffnetem Ventil der Dampf mit diesem Ueberdruck ab. Bei derartigen Versuchen zeigte das Manometer am Kessel bereits einen Ueberdruck von 0,75 Athmosphäre an, als das Thermometer noch bei 90° stand, und bevor es auf 100° gestiegen, betrug der Ueberdruck im Kessel schon weit über eine Atmosphäre.

Erhitzt man jedoch in demselben Topf mit derselben Flamme wiederum das Wasser zum Sieden und verschliesst erst dann den Apparat, nachdem der Dampf längere Zeit ausströmte und dadurch die Luft aus dem Kessel ausgetrieben hat, so zeigt das Manometer die der Temperatur entsprechende Spannung des Wasserdampfes an. Bei einem Ueberdruck von einer Atmosphäre steigt das Thermometer alsdann auf 121,7° d. h. auf die Temperatur, welche der Spannung des gesättigten Wasserdampfes entspricht.

Noch anders aber verhält sich das Manometer am Kessel, wenn der Dampf überhitzt, also trocken ist. In diesem Falle zeigt das Thermometer eine weit höhere Temperatur an, als die dem Druck gesättigten Dampfes entsprechende. Als bei einem Versuche die Flamme seitlich am Kessel in die Höhe schlug, war die Temperatur des Dampfes bereits auf 108° gestiegen, ehe das Manometer einen Ueberdruck registrirte und bei 119° betrug der Ueberdruck noch kaum 0,2 Atmosphären.

Dieser Versuch gelingt am Dampftopf ohne sonderliche Mühe. Als ich bei einem Ueberdruck von 0,2 Atmosphäre den Dampf abblasen liess, fiel die Temperatur nur langsam und das Thermometer zeigte noch 110°, als der Ueberdruck im Kessel fast bis auf Null Grad gesunken war.

Selbstverständlich habe ich mich von dem guten Zustande sowohl der Manometer als auch der Thermometer überzeugt, so dass jeder Irrthum ausgeschlossen ist, namentlich da das Thermometergefäss durch Zwischenschaltung eines doppelten Cylindermantels vor dem Einfluss der Strahlung der Kesselwand geschützt war. Die Dampfbildung im Nägeli'schen Topf kann also unter Umständen eine recht verschiedene sein. Da der Digestor starkwandig gebaut sein muss, um hohen Drucken zu widerstehen, so ist es ganz natürlich, dass durch Leitung die Wandungen des Apparats stark erhitzt werden und den über der Flüssigkeit gebildeten Dampf überhitzen können.

Bei Erhöhung der Temperatur um 1 Grad dehnen sich die Gase um $^1/_{273}$ des anfänglichen Volumens aus. Bei einem Anfangsdrucke von 1 Atmosphäre nimmt also der Druck überhitzten Dampfes nur um 2,8 *mm* zu, während bei gesättigtem Dampfe die Spannungszunahme etwa 27 *mm* beträgt.

Der gesättigte Dampf übt also einen ganz anderen Druck aus als der überhitzte und deshalb ist es nicht richtig, diesen Regulator gleichzeitig als Wärmeregulator zu bezeichnen. Er ist kein Wärmeregulator, sondern ein Druckregulator und es wäre daher vortheilhaft, bei diesen Regulatoren die daran befindlichen Temperaturbezeichnungen fortzulassen.

6. Herr L. Tesdorpf-Stuttgart führte mehrere Neuerungen an den von ihm ausgestellten geodätischen Instrumenten vor. Dieselben bestanden in folgenden Anordnungen: 1. Neuerungen an Libellenfassungen. Es hat das Bestreben vorgewaltet, unter möglichster Vermeidung von Schraubenverbindungen thunlichst starre, zusammenhängende Körper zu schaffen. Es wurden Libellen vorgeführt, deren Metallrohr mit den Trägern fest verlöthet sind. Die Justirschrauben befinden sich, abweichend von den bisherigen Formen, am Auflagetheil der Libellenbeine. Auf diese Weise wird es ermöglicht, die Justirschrauben, welche, um sie vor Oxydation der Auflagefläche (Punkte) zu schützen, mit eingekitteten und eingesprengten abgerundeten Achatcylindern versehen sind, direkt als Auflage auf den Fernrohraxen wirken zu lassen. — 2. Modifikation eines Präcisions-Nivellirinstrumentes. Bei demselben erfolgt die Beobachtung der Libellenblase durch Spiegelung vom Okular aus, wodurch stets, auch bei weniger sicherer Aufstellung, die schärfste Kontrole der Libelleneinspielung während der Lattenablesung ermöglicht wird. Um dem schädlichen Einfluss der Wärmestrahlung vorzubeugen, sind Libelle und Spiegel durch eine metallene Kapsel mit durchsichtigen Glasfenstern umgeben; drei Klappen dienen dazu, die nöthige Beleuchtung der Libelle zu reguliren. — Die für empfindliche Libellen störenden grellen Lichtstrahlungen werden dadurch verhindert, dass durch einen auf- und niederklappbaren Deckel mit Milchglaseinsatz die Beleuchtung der Libelle eine ganz gleichmässige wird. Ein weiterer Vortheil liegt darin, dass der Libellenkörper hierdurch ebenfalls milchweiss erscheint, auf dem sich die Theilstriche schön schwarz abheben, was dem Auge einen wohlthätigen Eindruck macht. — Um die Vergrösserung der Libellenblase bei geringer werdender Temperatur, die für den Beobachter das gleichzeitige Beurtheilen der Einspielung an den beiden Enden erschwert, zu eliminiren, wird durch Anwendung von zwei Spiegeln der mittlere Theil der Libellenblase ganz herausgespiegelt; dadurch rücken scheinbar die Libellenenden nahe zusammen.

---

2. Sitzung. Heidelberg, den 19. September 1889. Vorsitzender: Herr Direktor Dr. Loewenherz-Charlottenburg.

Es wurden nachstehende Vorträge gehalten:

1. Dr. H. Krüss-Hamburg sprach: Ueber Spektralapparate mit automatischer Einstellung der Prismen in das Minimum der Ablenkung.

Bei der zuerst von Browning angegebenen Einrichtung wird die Bedingung, dass die Grundflächen der Prismen in jeder Stellung Tangentialebenen an einem Cylinder bilden, dessen Radius variabel ist, durch mit den Prismen verbundene variable Arme erreicht, welche an der Mittelaxe in Schlitzen oder Schlitten beweglich sind, sowie durch eine entsprechende Verschiebung des Mittelpunktes selbst. Bei dieser Einrichtung ist es trotz sorgfältigster Arbeit nicht möglich, den todten Gang zu vermeiden, es kann bei Messungen im Spektrum nur in einer Richtung gemessen werden.

Bei dem vorstehenden Apparate mit sechs Prismen ist die Bewegung in Schlitzen ersetzt durch eine Drehung um Axen, indem eine regenschirmartige Verbindung der Prismen mit der Mittelaxe hergestellt ist. Dieselbe ist bedeutend leichter und sicherer herzustellen als die frühere Einrichtung und hat sich, soweit bis jetzt die Erfahrungen darüber reichen, gut bewährt. (Vgl. hierüber *diese Zeitschrift 1888 S. 388.*)

2. Herr R. Brünnée-Göttingen (i. F. Voigt & Hochgesang) demonstrirte einen Erhitzungsapparat für Mikroskope zu mineralogischen und chemischen Zwecken, dessen Beschreibung unsere Leser in einem der nächsten Hefte finden werden.

3. Herr Prof. Dr. R. Weber-Berlin gab zusammenfassende Mittheilungen über den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf Messinstrumente.

4. Herr Dr. Lummer-Charlotttenburg führte Rowland'sche Gitter (von F. Müller, i. F. Dr. Geisler's Nachf.-Bonn) und Photogramme vor.

5. Herr Dr. S. Czapski-Jena sprach über die Anwendung von Flussspath für optische Instrumente. Der Vortrag wird in erweiterter Form demnächst in dieser Zeitschrift mitgetheilt werden.

6. Herr E. Hartmann-Bockenheim-Frankfurt a. M. (i. F. Hartmann & Braun) theilte eine neue Methode zur Bestimmung der Intensität magnetischer Felder mit, welche auf der von Righi entdeckten Eigenschaft des Wismuth beruht, wonach dasselbe seinen elektrischen Leitungswiderstand innerhalb der Kraftlinien eines Magneten ändert. Eine eingehende Abhandlung wird diesem Gegenstande in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift gewidmet sein.

---

3. Sitzung. Heidelberg, den 20. September 1889. Vorsitzende: Herr Prof. Dr. Ostwald-Leipzig und Herr Prof. Fr. Kohlrausch-Strassburg.

Es fand eine sehr zahlreich besuchte gemeinschaftliche Sitzung der Abtheilung für Instrumentenkunde mit denen für Physik, Chemie, Physiologie, Mineralogie und Geologie statt, in welcher die nachfolgenden Vorträge gehalten wurden:

1. Herr Dr. S. Czapski-Jena brachte mehrere neuere Abbe-Zeiss'sche optische Apparate zur Vorführung, die einer besonderen Beschreibung in dieser Zeitschrift vorbehalten sind, auf Wunsch der Redaktion indess nachstehend von dem Herrn Vortragenden kurz skizzirt worden sind.

1. Krystallrefraktometer von Abbe. Dasselbe stimmt im Princip mit dem von Pulfrich und Wolz konstruirten[1]) Instrumente überein, nur dass der von diesen benutzte Cylinder aus Glas durch eine Halbkugel ersetzt ist. Eine solche ist leichter in grosser Vollkommenheit herzustellen als jener. Dieselbe bietet andrerseits die Möglichkeit, den Mangel an Bildschärfe, welcher durch die Brechung der Strahlen an der sphärischen (bei Pulfrich cylindrischen) Fläche unvermeidlich herbeigeführt wird, auf bequeme Weise und vollständig zu beseitigen. Zu diesem Zwecke ist folgende Anordnung getroffen. Die Vorderlinse des Beobachtungsfernrohrs besteht aus gleichem Glase wie die benutzte Halbkugel, hat nach aussen dieselbe Krümmung wie jene und ist ihr ganz nahe gerückt. Es wird daher die Brechung der Strahlen an der Halbkugel gerade kompensirt durch die Brechung an dieser Hohlfläche. Das Fernrohrobjektiv aber ist so berechnet, dass es für unendlich ferne Objekte korrigirt wäre, wenn seine Aussenfläche eben wäre. Man kann sich also das wirkliche Fernrohrobjektiv bestehend denken aus jenem mit planer Vorderfläche und einer darauf gesetzten Plankonkavlinse aus gleichem Glase, welche letztere mit der planen Oberfläche der Halbkugel gewissermaassen ein Prisma von variabelem Winkel bildet.[2])

Die Einstellung auf die Auslöschungsgrenze im reflektirten wie im durchgelassenen Licht ist daher von vorzüglicher Schärfe über das ganze Sehfeld. Man erhält durch dieselbe direkt den Winkel J der Totalreflexion in dem Glase der Halbkugel gegen die untersuchte Substanz. Der Index n der letzteren ergiebt sich hiernach, wenn der der ersteren N ist, gemäss der Formel $N \sin J = n$.

Die Ablesung am vertikalen Theilkreis ergiebt mit Nonien noch gut 20″. Die Einstellung ist eine entsprechend scharfe, so dass die Genauigkeit der Messung die vierte Decimale des Brechungsexponenten bis auf wenige Einheiten sicher stellt. Je nach der Substanz der Halbkugel erstreckt sich der Bereich der möglichen Bestimmungen von 1,0 an verschieden weit. Das vorgezeigte Instrument hatte eine Halbkugel vom Index 1,89.

Die Bestimmung der Dispersion geschieht durch Anwendung verschieden gefärbter Flammen.

Die Justirung des Apparates kann nach bequemen Methoden ausgeführt und jederzeit vom Beobachter leicht kontrolirt und eventuell neu hergestellt werden.

[1]) S. *diese Zeitschr. 1887. S. 16. 55. 392. Wied. Ann.* **30.** *S. 193. 487.* **31.** *S. 724.*

[2]) Wie ich von Herrn Dr. Pulfrich erfuhr, hat er neuerdings zu dem gleichen Zweck auch an seinem Apparat eine ganz analoge Aenderung vorgenommen.

2. Spektrometer nach Abbe. Das Spektrometer hat im Wesentlichen die Einrichtung, welche Prof. Abbe in seiner Schrift: *Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Jena 1874*, beschrieben hat und welche sich im Gebrauch des Werkstattlaboratoriums von Carl Zeiss bei den, mehrere Tausend betragenden, dort ausgeführten Messungen durchaus bewährt hat. Die Konstruktion hat nur in einigen untergeordneten Punkten Abänderungen erfahren.

Das Instrument soll nicht den allerhöchsten Ansprüchen genügen, welche man an spektrometrische Messungen stellen kann, sondern dem gewöhnlichen Bedürfnisse des Physikers und praktischen Optikers entsprechen, d. h. den Brechungsexponenten bequem bis auf wenige Einheiten der fünften Decimale genau und die Dispersion noch etwas genauer angeben. Das Princip der Methode ist das der Autokollimation. Dasselbe Fernrohr dient zur Beobachtung und als Kollimator. Ein Spalt in der Brennebene desselben wird durch ein aufgesetztes Reflexionsprisma von einer seitlich aufgestellten Lichtquelle von hinten beleuchtet. Das aus dem Objektiv parallelstrahlig austretende Licht wird an dem davor befindlichen Prisma je nach der Stellung desselben direkt reflektirt oder erst gebrochen und dann an der Hinterfläche reflektirt. Wenn die letztere Reflexion eine normale ist, so entsteht ebenso wie bei direkter normaler Reflexion an einer der Aussenflächen ein mit dem Spalte selbst koincidirendes Bild des Spaltes in der Brennebene des Fernrohrs und kann hier beobachtet werden. Zu diesem Behufe ist der lichtgebende Spalt nur zur Hälfte von dem Reflexionsprisma bedeckt, so dass die andere Hälfte frei liegt und zur Einstellung des Spaltbildes dient. Wenn so das Bild der einen, z. B. der oberen Spalthälfte genau in die untere Hälfte fällt, so muss der an der Vorderfläche des Prismas gebrochene Strahl gerade senkrecht an der Hinterfläche reflektirt sein und, in der Projektion auf den Querschnitt des Prismas genau den gleichen Weg wieder rückwärts durchlaufen haben. Dieser Strahlenverlauf entspricht vollkommen dem der Minimalablenkung in einem Prisma von dem doppelten brechenden Winkel. Die zu untersuchenden Prismen dürfen daher nur einen Winkel von etwa 30° (statt der üblichen 60°) haben. Bei guter mechanischer Ausführung des Spektrometers und Prismas ist diese Einstellung auf das Spaltbild der sonst üblichen mittels Fadenkreuz an Genauigkeit durchaus gleichwerthig und an Bequemlichkeit entschieden überlegen, da das Aufsuchen eines Minimums der Ablenkung ganz hinwegfällt, sondern nur die Ein stellung vorzunehmen ist.

Entsprechend dem Zweck des Apparates ist vorzüglich darauf Bedacht genommen, die Justirung desselben und der mit ihm zu untersuchenden Prismen so bequem zu machen als möglich. Letztere werden daher nicht wie üblich auf ein Tischchen gestellt, sondern mittels etwas Klebwachs an einer ringförmigen Scheibe befestigt, die mit Federklammern an einen vertikalen auf dem Tischchen des Spektrometers angeschraubten, um eine horizontale Axe drehbaren Ring gehalten wird. Auf diese Weise kommt die eine Prismenfläche von selbst stets in die vertikale Axe des Spektrometers zu liegen und die andere Fläche kann in die Vertikalebene aufs leichteste durch blosse Drehung des genannten Ringes gebracht werden. Es ist für diese Art der Befestigung des Prismas nicht nöthig, dass dasselbe auch an den optisch unbenutzten Flächen gut gegen den Hauptschnitt orientirt sei, sondern diese können ganz beliebig gestaltet sein und nur die optisch wirksamen Flächen müssen gut polirt sein. In Folge hiervon, namentlich aber in Folge des kleinen Prismenwinkels, den die Methode erfordert, findet eine manchmal sehr erwünschte Oekonomie des zu untersuchenden Materials statt.

Die Bestimmung der Dispersion geschieht nicht durch Bestimmung der Brechungsexponenten der einzelnen Fraunhofer'schen Linien, sondern (in methodisch und praktisch zweckmässigerer Weise) als Differenzbestimmung, auf mikrometrischem Wege. Hierzu ist einfach die Schraube, welche zum Feinbewegen des Theilkreises in jedem Falle vorhanden sein muss, mit einer Trommel und Skale versehen, so dass sie zur mikrometrischen Ausmessung des Spektrums benutzt werden kann.

Für Messungen an Reflexionsgittern ist das Spektrometer von Abbe gleich gut be-

nutzbar. Das Zusammenfallen des einfallenden und gebeugten Strahls führt sogar analog dem Minimum der Ablenkung bei Prismen besonders günstige Bedingungen in Bezug auf die Genauigkeit der Messungen herbei.

Um übrigens das Spektrometer auch in der bisher üblichen Weise benutzen zu können, wird demselben ein zweites Fernrohr beigegeben, welches sich leicht mit dem Theilkreis in Verbindung setzen lässt, und welches dann als Beobachtungsfernrohr dient. Die Beleuchtung kann entweder mit leuchtenden oligochromatischen Flammen oder mittels Geissler'scher Röhren geschehen, die seitlich von dem Reflexionsprisma des Fernrohrs aufgestellt werden. Das Kapillarrohr der Geissler'schen Röhre wird hierzu horizontal und senkrecht gegen die Axe des Fernrohrs gerichtet und mit einem Linsensystem ein reelles Bild des (in dieser Richtung allein erscheinenden) Lichtpunktes auf das Reflexionsprisma projicirt. Eine hierfür geeignete Einrichtung wurde von dem Vortragenden demonstrirt.

Das Tischchen des Spektrometers ist zu Repetitionen der Winkel eingerichtet. Die Ablesung des Theilkreises erfolgt durch Mikrometermikroskope leicht bis auf 1″ genau.

3. Hohlprisma für Flüssigkeiten. Dasselbe soll namentlich auch zur Bestimmung solcher Substanzen dienen, welche entweder stark lichtabsorbirend oder sehr kostbar sind, von denen man daher möglichst geringe Mengen zur Untersuchung verwenden möchte.

Ein matt geschliffenes Prisma aus schwarzem Glase (dieses zur Vermeidung der Reflexe) ist senkrecht zur einen Kathetenfläche cylindrisch ausgebohrt. Die Kanten dieser Bohrung sind sphärisch hohl geschliffen. Zum Verschluss dienen gute Planplatten, welche auf je einer Seite entsprechend sphärisch erhaben abgekantet sind, so dass sie in die Höhlungen des Prismenkörpers genau passen. In Folge dieser Art der Anbringung kommen diese beiden Planplatten, welche die Seiten des Prismas bilden, möglichst nahe an einander, ohne dass das Prisma hierdurch an Festigkeit verlöre. Der Winkel des Prismas braucht und darf nur — zum Gebrauch mit dem Abbe'schen Spektrometer — etwa 30° sein, so dass auch hierdurch Materialersparniss eintritt, ohne dass die optischen Bedingungen verschlechtert würden. Die Schlussplatten werden durch geeignete Federklammern an den Prismenkörper gedrückt. Die Flüssigkeit selbst wird durch eine Bohrung dieses letzteren eingefüllt.

4. Erwärmungsapparat für das Spektrometer nach Abbe. Da bei spektrometrischen Messungen die untersuchten Prismen gewöhnlich längere Zeit von warmen Lichtstrahlen beleuchtet und durchsetzt werden, so liegt eigentlich bei einer jeden solchen die Gefahr nahe, dass die Prismen während der Arbeit ihre Temperatur merklich ändern und hierdurch das Resultat gefälscht werde. Es wäre also fast stets wünschenswerth, eine Vorrichtung zu benutzen, welche die Prismen auf konstanter Temperatur erhält. Ausserdem ist aber die Aenderung des Brechungsexponenten und der Dispersion mit der Temperatur an sich ein wichtiger Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung. Diesen Bedürfnissen soll der Apparat speciell zum Gebrauch mit dem Abbe'schen Spektrometer genügen. Derselbe ist im Wesentlichen nichts anderes als ein doppelwandiger Cylinder, dessen untere Böden auf dem Spektrometertischchen justirbar sind und sich mit diesem bewegen, während der übrige Theil von aussen festgehalten stehen bleibt. Sperrflüssigkeiten, wie Quecksilber oder Oel, in die am Rande der Böden befindlichen Rinnen gebracht, schliessen die entsprechenden Räume ab, ohne der freien Drehbarkeit der Böden gegen das Obertheil ein Hemmniss zu bieten.

Die Zuleitung des Dampfes geschieht von oben; die Ableitung dieses und des Kondensationswassers ganz nahe dem untersten Boden. Ein in der Mitte durchbohrter Zwischenboden zwingt die Dämpfe, den innersten Raum auch von unten zu umspülen. In letzteren gelangt also kein Dampf. Das in demselben aufgestellte Prisma kann daher auch nicht beschlagen oder sonst durch die Dämpfe alterirt werden. Dem Fernrohr gegenüber sind die Wände des Apparats durchbrochen und ein Rohrstutzen eingesetzt, welcher vom innersten Raum bis in den äusseren reicht. Dieser wird mit einer guten Planplatte ge-

schlossen, welche die Beobachtung des Prismas gestattet. Der ganze Körper des Cylinders ist zum Schutze gegen Wärmestrahlung mit Filz umkleidet. Von oben reichen in das Innere zwei Oeffnungen für Thermometer.

Der feststehende Theil des Apparates wird von dem Arme eines Gestells getragen, auf welchem auch eine Kochflasche Platz findet und welches mit Zahn- und Triebbewegung versehen ist, um die Justirung gegen das Spektrometer zu erleichtern.

2. Herr Dr. Lummer - Charlottenburg sprach über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. E. Brodhun in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten photometrischen Untersuchungen, im Besonderen über das von ihm neuerdings konstruirte Kontrastphotometer, dessen Beschreibung im nächsten Hefte dieser Zeitschrift mitgetheilt wird.

3. Im Anschluss hieran machte Herr Dr. Krüss - Hamburg die nachfolgenden Mittheilungen über einige besondere Formen des Lummer-Brodhun'schen Photometers.

Es wurde angestrebt, unter Erhaltung des von Lummer aufgestellten Princips die Konstruktion in Bezug auf Herstellung, Justirung und Unveränderlichkeit zu vereinfachen. Es ist deshalb versucht worden, die Lummer'schen Reflexionsprismen, die seitlichen Reflexionsspiegel und den Photometerschirm in einem Paar von Glasstücken mit entsprechend gestalteten Flächen herzustellen. Bei einer anderen Form werden die äusseren Flächen der Lummer'schen Reflexionsprismen matt geschliffen, um ohne Weiteres als Licht empfangende und diffus fortleitende Flächen an Stelle des Papierschirms zu dienen, und bei einer dritten das Gehäuse mit den gewöhnlichen Lummer'schen Reflexionsprismen beiderseits mit einer matten Glasscheibe verschlossen. Die Versuche über die Brauchbarkeit dieser Formen sind noch nicht abgeschlossen.

4. Herr Dr. St. Lindeck - Charlottenburg sprach über Normalwiderstände und das elektrische Verhalten von Manganlegirungen, nach den von Herrn Dr. Feussner und ihm in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellten Untersuchungen. Soweit der Inhalt des Vortrages nicht in der im diesjährigen *Juli-Heft dieser Zeitschrift S. 233* von den Herrn Verfassern veröffentlichten Abhandlung enthalten ist, wird er unseren Lesern demnächst ausführlich mitgetheilt werden.

5. Herr Prof. O. E. Meyer-Breslau demonstrirte ein neues Gebirgsmagnetometer, dessen Beschreibung der Herr Vortragende nach Ausführung einiger geplanten Untersuchungen demnächst in *Wiedemann's Annalen* veröffentlichen wird.

6. Herr Prof. Börnstein-Berlin sprach über einige kleine Abänderungen an dem früher von ihm beschriebenen Elektrodynamometer und Elektricitätszähler (*Verh. d. phys. Ges. zu Berlin 1888. No. 4, S. 19; Elektrotechn. Zeitschr. IX. H. 7. S. 178. 1888; Wied. Ann.* **34.** *S. 388. 1888*).

7. Dr. Georg W. A. Kahlbaum, Privatdocent in Basel führte eine neue Luftpumpe vor. Die Quecksilberluftpumpe ist nach dem Sprengel'schen Princip konstruirt und will den Hauptübelstand beseitigen, den die Sprengel'sche Pumpe zeigt und der, wie Sprengel in seiner Originalarbeit (*Chem. Soc. Journ. 1865. S. 9*), und nach ihm Bessel-Hagen (*Wied. Ann. 1881.* **12.** *S. 425*) richtig betont haben, darin besteht, dass die Verdünnung sehr langsam fortschreitet; sie will weiter gleichzeitig das Hauptübel der Luftpumpen von Babo (*Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg. Bd. II. Heft 3, S. 1*), Gimmingham (*Roy. Soc. of London Proceedings. Vol. 25. S. 369*) und Töpler (*Dingl. Polytechn. Journ. 163. S. 426*), grosse Zerbrechlichkeit, Schwierigkeit der Reinigung und auch Kostspieligkeit durch Einfachheit der Anordnung, und durch geringen Quecksilberverbrauch umgehen.

Der Mangel in der Sprengel'schen Konstruktion liegt darin, dass beim schnellen Arbeiten das Quecksilber sich in dem Fallrohr staut, wie das ebenfalls Sprengel schon betont, und dass in Folge dessen nicht mehr Luft heruntergerissen wird. Dieser Fehler wurde auf die denkbar einfachste Weise dadurch vermieden, dass in das Zuflussrohr des Quecksilbers, wie man das auch bei den kleinen Wasserpumpen nach Sprengel gethan,

ein Rohrstück eingeschmolzen wurde, dessen lichte Weite um weniges geringer ist, als die lichte Weite des Fallrohrs. Es kann demnach niemals mehr Quecksilber zufliessen, als abzufliessen vermag, und ist somit der Experimentator in Stand gesetzt, beliebig schnell zu arbeiten.

Die Pumpe wird von Karl Kramer in Freiburg i. Br. und von Dr. H. Geissler Nachfolger in Bonn hergestellt.

8. Herr Prof. Dr. J. W. Brühl - Heidelberg demonstrirte folgende neuere chemische Apparate seiner Konstruktion: 1. Apparat zur fraktionirten Destillation im Vakuum. Bei demselben ist unter Anderem die unbequeme Einrichtung früherer Apparate vermieden, dass während der Destillation die zu wechselnden Vorlagen von dem haltenden Stopfen abzunehmen, bezw. luftdicht an denselben anzuschliessen sind. Sämmtliche Recipienten befinden sich in einem zu vakuirenden Gefässe an einer einfachen Haltevorrichtung angeordnet und können von aussen bequem an dem Destillationsrohr vorbeibewegt werden. (*Chem. Ber. 1888. 21. S. 3339.*) 2. Sublimations-Apparate zum Reinigen von Präparaten durch Sublimation, sowie zur bequemen Ausführung fraktionirter Sublimationen. (*Chem. Ber. 1889. 22. S. 238.*) 3. Apparat zum Ausfrieren unter Abschluss von Feuchtigkeit und Luft. Der Apparat dient dazu, einen in Lösung befindlichen Körper unter Abschluss von Feuchtigkeit und eventuell auch von Luft durch Kälte auszukrystallisiren und von der Mutterlauge zu trennen; er wird ferner angewandt, um bei niederen Temperaturen flüssige Substanzen mit gasförmigen zu sättigen und die hierdurch gebildeten festen Verbindungen im reinen Zustande auszuscheiden. (*Chem. Ber. 1889. 22. S. 236.*) — Sämmtliche Apparate haben sich im Laboratorium des Herrn Vortragenden sehr bewährt; die beiden ersteren sind von C. Desaga in Heidelberg, der letztere von C. Gerhardt iu Bonn zu beziehen.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde der deutschen Naturforscher-Versammlung kann auf ihre erste Tagung befriedigt zurückblicken. Die grosse Anzahl der gehaltenen Vorträge, sowie das lebhafte Interesse der zahlreich erschienenen Fachgenossen hat den Beweis geliefert, dass die Bildung der Abtheilung einem allseitig empfundenen Bedürfnisse entsprach. Die mannigfachen Anregungen, welche einerseits die Vorträge und Verhandlungen, andererseits der persönliche Verkehr zwischen Gelehrten und Praktikern gegeben haben, werden ihre fördernde Einwirkung auf die Entwicklung der Instrumentenkunde nicht verfehlen. Dass die Verhandlungen einen so erfreulichen Verlauf genommen haben, ist wesentlich den vorbereitenden Arbeiten des einführenden Vorsitzenden, Herrn Prof. Dr. J. W. Brühl-Heidelberg zu danken. Möge die Abtheilung auch in Zukunft das sein, was sie der Bedeutung der Instrumentenkunde für die Forschung nach sein muss, ein lebendiges und kräftiges Glied der deutschen Naturforscher-Versammlung.

Die Feinmechanik auf der Hamburgischen Gewerbe- und Industrie-Ausstellung.

Von Dr. **August Voller**, Direktor des physikalischen Staats-Laboratoriums in Hamburg.

Der grosse Wettstreit, zu welchem nach vollendetem Anschlusse Hamburgs an das deutsche Zollgebiet die Gewerbetreibenden und Industriellen der alten Hansastadt und ihrer nächsten Umgebung in der Absicht aufgefordert wurden, dem grossen Konsumentenkreise des zolleinig gewordenen Reichsgebietes die Leistungen Hamburgischer Gewerbs- und Handelsthätigkeit vorzuführen, fand in fast allen Kreisen der Bevölkerung lebhaften Anklang. Die am 15. Mai d. J. eröffnete Hamburgische Gewerbe- und Industrie-Ausstellung, der sich bald darauf die Handels-Ausstellung anschloss, bot ein unerwartet reiches und vielseitiges Bild der gewaltigen Thätigkeit der Bewohner Hamburgs und seiner Nachbarstädte Altona, Ottensen, Wandsbeck und Harburg. Sorgfältig vorbereitet, mit grossem Geschick geleitet und getragen von der nachhaltigen Theilnahme der Bevölkerung, gehört sie

ohne Zweifel zu den in jeder Beziehung erfolgreichsten Unternehmungen dieser Art, welche die letzten Jahre gesehen haben.

Es liegt in der Natur der Sache, dass unter den verschiedenen Zweigen gewerblicher Thätigkeit, deren Leistungen in Hamburg zur Anschauung gebracht wurden, die Feinmechanik dem Umfange nach nicht den allerersten Platz einnehmen konnte. Nichtsdestoweniger betrug, Dank der lebhaften Betheiligung fast aller in Betracht kommenden Werkstätten, die Anzahl der an die Jury-Gruppe für Feinmechanik überwiesenen Aussteller 67, deren Erzeugnisse, neben manchem Alltäglichen und Mittelmässigen, eine nicht geringe Anzahl ganz hervorragender Leistungen aufzuweisen hatten. Ueber die wichtigeren Gegenstände dieser Ausstellungsgruppe soll den Lesern dieser Zeitschrift im Folgenden ein kurzer Ueberblick gegeben werden.

Wir folgen bei der Besprechung der Katalogeintheilung, soweit dies erforderlich ist Die Gruppe für Feinmechanik zerfiel in drei Abtheilungen: 1. Mathematische, astronomische und physikalische Instrumente, chemische Apparate; 2. Uhren; 3. Chirurgische Technik und Instrumente.

Die letztere Abtheilung soll hier jedoch unberücksichtigt bleiben. Dagegen sollen einige der betreffenden Gruppen-Jury aus anderen Gruppen zur Beurtheilung überwiesene Gegenstände auch hier mit erwähnt werden.

1. Mathematische, astronomische und physikalische Instrumente; chemische Apparate.

Instrumente für rein astronomische Zwecke waren — von den später zu besprechenden astronomischen Uhren abgesehen — nicht ausgestellt, da die Repsold'sche Werkstatt leider ausser Stande gewesen war, sich zu betheiligen. Dagegen hatten Dennert & Pape-Altona eine Auswahl ihrer geodätischen Instrumente zur Schau gestellt. Die ausgestellten Instrumente — ein Repetitionstheodolit, ein kleinerer Grubentheodolit, Nivellirinstrumente u. s. w. — sind in konstruktiver Beziehung besonders für den Export gebaut und, bei durchaus mustergiltiger Ausführung aller Theile, befähigt, weite und schwierige Transporte ohne Schaden überstehen zu können. Von besonderem Interesse war der Repetitionstheodolit mit Kastenbussole (D. R. P. No. 47061). Der Horizontalkreis hat einen Durchmesser von 15 *cm* und ist in Sechstel-Grade getheilt, 10 Sekunden sind direkt abzulesen. In der Mitte der Alhidade befindet sich die Kastenbussole, deren Nadel genau centrisch zur Theilung des Horizontalkreises justirt ist; an der Bussolentheilung können vermittels einer Lupe einzelne Minuten geschätzt werden Eine einfache Vorrichtung gestattet die Entfernung der Bussole, so dass eine freie Durchsicht durch die durchbohrte Axe behufs centrischer Aufstellung des Instrumentes ermöglicht wird. Das Fernrohr hat 30fache Vergrösserung; es lässt sich bei eingeschobenem Okular durchschlagen, so dass man sowohl nach oben wie nach unten auf Objekte einstellen kann. Der Höhenkreis hat 14 *cm* Durchmesser, ist in Drittel-Grade getheilt und mit zwei sogenannten Walzennonien versehen; 20 Sekunden sind direkt ablesbar. Um das Instrument vor Beschädigungen zu schützen, ist der Limbusteller im Innern mit einem Ring versehen, auf welchem ein ähnlicher Ring von der unteren Alhidadenfläche aufruht, so dass das Gewicht des oberen Theiles getragen wird; der durchbohrte Zapfen hat so nur die centrische Führung zu beschaffen. Beide Ringflächen werden für den Transport durch Anziehen einer unter dem Dreifuss befindlichen Mutter fest verbunden, wodurch eine grosse Sicherheit gegen Beschädigungen gewährleistet ist. Dieser Theodolit ist somit nicht nur ein sehr praktisches Gruben- und Landmessinstrument, sondern seiner starken und doch kompendiösen Form wegen namentlich auch für Forschungsreisen besonders geeignet. (Vgl. auch *diese Zeitschr. 1888. S. 365.*) Aehnliche Vorzüge zeichnen den kleinen Grubentheodoliten sowie die Nivellirinstrumente aus. — Die bekannten, sehr genauen Präcisionsmaassstäbe und Rechenstäbe derselben Firma (vgl. *diese Zeitschr. 1886. S. 173*) waren ebenfalls in reicher Auswahl vertreten.

Auch Georg Butenschön hatte Nivellirinstrumente mit einer interessanten Neuerung ausgestellt. Die Libelle ist an der Unterseite des Fernrohres so angebracht, dass ihr Bild durch Vermittlung eines im Rohre unter 45° Neigung befindlichen, in der Rohr-

axe durchbrochenen Spiegels gleichzeitig mit dem Bilde des Objektes und dem Fadenkreuze sichtbar ist (D. R. P. No. 36795). Es wird so eine bequeme Kontrole der Horizontalstellung des Fernrohres während der Beobachtung ermöglicht.

Reichhaltig und der Bedeutung Hamburgs als Seestadt wie als Sitz der deutschen Seewarte angemessen war die Ausstellung nautischer Instrumente, namentlich von Kompassen, Logs, Schiffsbarometern, Sextanten u. s. w. Begreiflicherweise war manches Mittelgut, selbst sehr Geringwerthiges vorhanden; aber das reichlich vorhandene Gute und Vorzügliche bewies, dass die einheimische Technik auf diesem wichtigen Gebiete den Fortschritten der nautischen Wissenschaften mit Eifer und Verständniss folgt. Unter allen Werkstätten, die sich an dieser Gruppe der Ausstellung betheiligten, ragten diejenigen von C. Plath und von G. Hechelmann weit hervor. Von beiden waren Sextanten, Halbsextanten und ähnliche Instrumente in vorzüglicher Ausführung vorhanden; ganz besonders schön waren die Plath'schen Instrumente, welche bei 180 *mm* Theilungshalbmesser 10 Sekunden abzulesen gestatten, gearbeitet. Neu ist bei diesen letzteren die Klemme mit Mikrometerbewegung; kleine Klemmstücke, durch welche die Stellschrauben für die Spiegelstellungen gehen, verhindern ein Lockerwerden derselben. Die Hechelmann'schen Sextanten sind gewöhnlicher Konstruktion mit Feder-Mikrometer und radial wirkender Klemme, wodurch ein Durchbiegen der Alhidade vermieden wird. Die Instrumente beider Aussteller sind, wie zahlreiche Prüfungen der Seewarte ergeben haben, fast sämmtlich ohne nennenswerthen Excentricitätsfehler; die Hechelmann'sche Werkstatt besitzt selbst die Einrichtungen zur Prüfung der fertig zusammengestellten Sextanten. Auch die im Principe von Pistor & Martins angegebenen Apparate zur Bestimmung des Parallelitätsfehlers von Spiegeln und Schattengläsern waren von beiden Werkstätten in etwas abweichender Konstruktion und mit verschiedenen Neuerungen zur Ausstellung gebracht. Ein ganz eigenartiges Interesse bot die Betrachtung der zahlreichen, von Plath und von Hechelmann ausgestellten Kompasse; Azimuth-, Steuer-, Flüssigkeits- und Transparent-Flüssigkeits-Kompasse waren in reicher Auswahl vertreten. Beide Aussteller stehen hinsichtlich der Konstruktionsprincipien der Kompassrosen in einem gewissen Gegensatze. Während C. Plath bei seinen auf dem Princip der Thomson'schen Rosen basirenden Patentkompassrosen (D. R. P. No. 42861) durch möglichst grosse Leichtigkeit bezw. geringes Trägheitsmoment und ausreichendes magnetisches Moment genaue Einstellung bei ruhigem Wetter, sowie grosse Ruhe bei stürmischem Wetter und starkem Arbeiten des Schiffes anstrebt, schliesst sich Hechelmann den neueren, durch die Seewarte vertretenen Anschauungen an, welche dasselbe Ziel durch Vergrösserung des magnetischen Momentes bei gleichzeitiger Steigerung des Trägheitsmomentes zu erreichen suchen und, wie die Erfahrung lehrt, auch thatsächlich erreichen; seine Kompassrosen (D. R. P. No. 23503) besitzen 8 kurze Magnetnadeln tief unter dem Rande der Rose. Die Ausstellung bot reichlich Gelegenheit, die Durchführung der beiden entgegengesetzten Grundanschauungen, welche beide unter den praktischen Seeleuten sich zahlreicher Anhänger erfreuen, in Kompassen mannigfachster Art zu studiren. Auf manche interessanten Konstruktionseigenthümlichkeiten der letzteren hinsichtlich der Gesammteinrichtung, der Visir- und Ablesevorrichtungen u. s. w. einzugehen, verbietet jedoch der dieser kurzen Uebersicht gewidmete Raum. Ausser den erwähnten Instrumenten brachten beide Aussteller gute Marinebarometer, Quecksilber- und Glashorizonte u. s. w., Plath ausserdem ein Patentlog mit neuer Anordnung des Zählerwerkes und doppelter Führung des dasselbe treibenden Zapfens. Von Hechelmann waren ferner eine Anzahl der von ihm für die Seewarte nach den Angaben Prof. Neumayer's, des Direktors derselben, gearbeiteten Instrumente ausgestellt: ein Reversionspendel eigenthümlicher Konstruktion, das bekannte Neumayer'sche Deviationsmodell, ein Sinus-Ablenkungsapparat zur Prüfung von Kompassen und Magneten, sowie ein modificirtes Thomson'sches Vertikalkraftinstrument.

Ausser den Genannten trat in Decklogs namentlich Em. E. Meyer hervor, dessen Instrumente mehrfache Konstruktionsfortschritte zeigen, so z. B. auch während des Gebrauches geöffnet und kontrolirt werden können; dieselben haben in seemännischen Kreisen grosse

Beliebtheit gewonnen. Auch Aug. Carstens bot eine in gewisser Beziehung interessante Ausstellung. Die Werkstatt desselben ist auf Fabrikation nautischer Instrumente in grösserem Maassstabe für Exportzwecke eingerichtet. Nach den auf der Seewarte stattgehabten Prüfungen seiner Erzeugnisse sind dieselben recht anerkennenswerth, obgleich sie begreiflicherweise hinsichtlich der sorgfältigen Durcharbeitung namentlich die Plath'schen Instrumente nicht erreichen. — Die von den sonstigen, auf dem Gebiete der nautischen Instrumente arbeitenden Firmen zur Ausstellung gebrachten Gegenstände bieten zu besonderer Besprechung keinen Anlass.

Auf dem Gebiete der Herstellung eigentlich physikalischer Instrumente zu rein wissenschaftlichen Zwecken ist in erster Linie die Ausstellung der bekannten Werkstatt von A. Krüss (Inhaber Dr. Hugo Krüss), sodann diejenige von H. Schwencke hervorzuheben, — erstere bekanntlich wesentlich auf optischem Gebiete arbeitend, letztere mit der Erzeugung von elektrischen und elektromedicinischen Apparaten beschäftigt. A. Krüss brachte — abgesehen von den dem gewöhnlicheren Gebrauche oder bestimmten technischen Zwecken dienenden Instrumenten, wie Nebelbilderapparaten, Projektionslaternen, Kornwaagen u. s. w. — eine Anzahl der aus dieser Werkstatt hervorgegangenen photometrischen Apparate, wie neuere Bunsen-Photometer, Kompensationsphotometer, optische Flammenmaasse, Photometer für Glühlampen u. s. w. zur Ausstellung. Bekanntlich hat diese Firma um die Ausbildung und Herstellung photometrischer Instrumente aller Art mannigfache Verdienste, wovon die Ausstellung von Neuem Zeugniss gab; es ist jedoch nicht nöthig, hierauf an dieser Stelle näher einzugehen, da die Leser dieser Zeitschrift alle wesentlichen Konstruktionen von Krüss in den früheren Heften derselben ausführlich besprochen finden. Dasselbe gilt von den verschiedenartigen Spektralapparaten derselben Firma, die ebenfalls einen hervorragenden Bestandtheil der Krüss'schen Ausstellung bildeten; ausser gewöhnlicheren Spektrometern, Normalspektrometern für quantitative und qualitative Analyse, dem Krüss'schen symmetrischen Spalt u. s. w., trat namentlich ein grosses Instrument für starke Zerstreuung mit acht Prismen und automatischer Einstellung derselben auf das Minimum der Ablenkung hervor.

H. Schwencke hatte, ausser gut gearbeiteten Sinus- und Tangentenbussolen, Messbrücken und anderen bekannten Messinstrumenten gewöhnlicher Konstruktion u. dergl., eine Reihe von Instrumenten ausgestellt, die derselbe nach Angaben des Berichterstatters für das Hamburgische physikalische Staatslaboratorium angefertigt hatte und deren gute und zuverlässige Ausführung die mit denselben gemachten Erfahrungen gezeigt haben. Es mögen hierunter einige Proportional-Differential-Galvanometer mit und ohne Spiegelablesung (für Arbeiten mit stärkeren Strömen, z. B. direkte Messung des Widerstandes brennender Glühlampen bestimmt), ferner ein für Messung hoher Potentiale (bis 5000 *Volt*) bestimmtes Quadrantelektrometer mit veränderlichem magnetischem Felde u. a. m. erwähnt werden. Auch elektromedicinische Apparate aller Art in zweckmässiger Konstruktion und sorgfältiger Arbeit waren von der in Hamburg auf diesem Gebiete mit Recht sehr anerkannten Werkstatt ausgestellt.

Elektrotechnische Gegenstände waren, soweit sie das Gebiet der elektrischen Beleuchtung u. s. w. betreffen, — abgesehen natürlich von den zur Beleuchtung der Ausstellung selbst dienenden Einrichtungen — nur von wenigen Ausstellern vorhanden, reichlicher dagegen Apparate für Haustelegraphie, Gegenstände der elektrischen Kleintechnik u. dergl. In erster Linie ist hier die Ausstellung der Glühlampenfabrik und Elektricitätswerke A. G. zu nennen, welche die bekannten C. H. F. Müller'schen Lampen fabricirt, von denen eine Anzahl als Ausstellungsobjekte in Betrieb waren. Dieselbe Firma hatte auch eine ausgezeichnete Sammlung kunstvoll gearbeiteter Geissler'scher Röhren ausgestellt, die ebenfalls im Betriebe waren; die Herstellung dieser Röhren war seit langer Zeit eine Specialität der Müller'schen Fabrik. Endlich war eine grosse Auswahl gut gearbeiteter Haustelegraphen-Apparate und verwandter Gegenstände ausgestellt, mit deren Herstellung sich die früheren, jetzt in der genannten Aktiengesellschaft aufgegangenen Firmen Basse & Klentze

und J. F. Klentze & Co. beschäftigten. Ohne auf die zahlreichen Hausglockenapparate, Telephone und Mikrophone gewöhnlicher Art, elektrische Feuermelder u. dergl. näher einzugehen, sei nur erwähnt, dass unter den ausgestellten Gegenständen ein neuer, der Firma patentirter Alarm-Detektor Interesse erregte, der mechanisch, d. h. durch Federauslösung, je nach Einstellung, das Oeffnen oder das Schliessen von Thüren und Fenstern, oder auch beides anzeigt, ferner ein neuer sehr sinnreicher Diebes-Alarmkontakt, der dasselbe auf elektrischem Wege bewirkt. Derselbe beruht auf der Wirkung eines sehr einfachen, aber ausserordentlich zuverlässigen Fallkontaktes, der in dem Augenblicke in Thätigkeit tritt, in welchem eine unbefugte Hand ein Fenster oder eine Thür zu öffnen sucht, wobei ein feiner, ausgespannter Faden berührt oder bewegt und der Kontakt ausgelöst wird. Ebenso erwies sich eine von der Firma ausgestellte Einrichtung als für Theater u. dergl. in Brandfällen sehr geeignet; vermittels derselben werden durch denselben elektrischen Strom, welcher im Augenblicke des Erreichens einer gewissen Temperatur von einem als Feuermelder dienenden Metallthermometer geschlossen wird und eine Alarmglocke in Thätigkeit versetzt, gleichzeitig eine beliebige Anzahl Thüren, deren Sperrung elektrisch ausgelöst wird, geöffnet. Für den Betrieb der elektrischen Apparate der ausstellenden Firma stellt dieselbe selbst Trockenelemente her, welche auch auf der Ausstellung in Thätigkeit waren.

Ausser den oben erwähnten Lampen Müller'schen Systems, hatte auch Alexander Bernstein eine Koje mit seinen bekannten Serienschaltungslampen hübsch ausgestattet; derselbe war jedoch ausser Preisbewerbung getreten. Aussteller von Haustelegraphenapparaten und Gegenständen der elektrischen Kleintechnik waren noch mehrere mit guten, wenn auch nicht gerade hervorragenden Leistungen vorhanden; es mögen noch G. Ravené und Adolf Grote genannt werden, von denen der erstere ausser reizenden Spielereien, Blumen mit Glühlämpchen u. dergl. eigenartige Mikrophone, letzterer u. A. ebenfalls Diebesalarmapparate ausgestellt hatte. O. Lindemann brachte eine Auswahl von Apparaten für Beleuchtungszwecke, Bogenlampen eigenen Systems u. s. w., Wilms Gebr. stellten Elementenkohlen und Beleuchtungskohlen aus, deren Herstellung in Hamburg zuerst von dieser Firma eingeführt worden ist, ebenso wie A. Krüger-Ottensen von ihm zuerst hier fabricirte isolirte Drähte für elektrische Zwecke ausstellte.

Von nicht geringem Interesse war auch die Ausstellung von Ad. Paris-Altona, der — ausser den gewöhnlichen elektrotechnischen Gegenständen — in seinen bekannten, gegenwärtig auf vielen Wasserwerken eingeführten elektrischen Wasserverlustanzeigern, sowie in seinen Konstruktionen für Blitzableiter sehr beachtenswerthe Erzeugnisse seiner Werkstatt zur Schau brachte. Die ersteren bestehen im Wesentlichen aus einem elastischen Holzstabe, der, durch einen leichten Dreifuss geführt, auf die hinsichtlich ihrer Wasserdichtigkeit verdächtigen Rohre aufgesetzt wird und das leise, jedoch sehr charakteristische Geräusch etwa aus Undichtigkeiten ausfliessenden Wassers auf ein von ihm getragenes Mikrophon überleitet. Ein mit diesem verbundenes Telephon bringt dann das Ausflussgeräusch zu Gehör. Unter den Blitzableiterkonstruktionen ist eine sehr praktische Anordnung des Fusstheiles Melsens'scher Blitzableiterstangen, welche eine vollkommen sichere Einlagerung bezw. Durchführung der Leitungsdrähte ermöglichen, ohne diese zerschneiden und löthen zu müssen, ferner ein sehr sicher wirkender Kontaktring für den Anschluss der Blitzableiter an die metallenen Axen von Windmühlen zu erwähnen. Derselbe ist ein Doppelring: der innere Ring aus starkem Eisen liegt an der Axe an; er ist zweimal durchschnitten und federt gegen den äusseren aus Kupfer hergestellten Ring, dem er durch seine Form zugleich Führung giebt; die Drehung der Axe hebt somit den Kontakt in keinem Augenblicke auf. Die Konstruktion ist auf zahlreichen Windmühlen Schleswig-Holsteins zur Anwendung gebracht und hat sich als sehr zuverlässig bewährt.

In das Gebiet der Elektrotechnik gehörte auch eine, im Publikum viel Aufsehen erregende elektropneumatische Kirchenorgel von Ch. H. Wolfsteller-Altona. Der elektrische Theil dieser Orgel bot nicht grade hervorragende Konstruktionseigenthümlichkeiten dar, erwies sich jedoch als einfach und zweckentsprechend. Das Niederdrücken einer

Taste schliesst einen elektrischen Strom, der durch einfache Elektromagnete die Windventile der Pfeifen auslöst; der schwerfällige Hebelmechanismus gewöhnlicher Orgeln kann daher durch einen weit einfacheren und sicher wirkenden ersetzt werden. Selbstverständlich spielen sich derartige Orgeln sehr leicht; der hauptsächlich erreichte Vortheil derselben besteht jedoch darin, dass Orgel und Orgelspiegel hinsichtlich ihres Ortes von einander unabhängig sind, da ja die zulässige Länge der von letzterem zu ersterer führenden Leitungsdrähte praktisch fast unbegrenzt ist.

Auf dem besonderen Gebiete der Herstellung von Präcisionswaagen für wissenschaftliche und feinere technische Zwecke war die alte Bunge'sche Werkstatt, welche seit einiger Zeit an Herzberg & Kuhlmann übergegangen ist, gut vertreten. Es waren ausgestellt: Eine grosse physikalische Waage mit Abbe'scher Fernrohrablesung für 2 *kg* Belastung, eine 20 *g* Waage für Goldanalysen und ein Wägeautomat zum Sortiren cylindrischer Kapseln. Die erstere Waage, mit fast gleicher Empfindlichkeit bei allen Belastungen, zeigt gegenüber den älteren Bunge'schen Waagen ähnlicher Beschaffenheit mehrfache Fortschritte. Der Balken, welcher jetzt wie alle schwingenden Theile der Waage, aus Argentan gearbeitet ist, lässt sich zusammenschrauben; er besteht aus vier horizontalen Streben, die durch zwei von dem vertikalen Mittelstück, welches zugleich die Mittelaxe umschliesst, kommenden Schrägbalken abgesteift werden. Die Endaxen werden je durch zwei untere und zwei seitliche Schrauben gegen einen Halbcylinder gedrückt und sind so in jeder Richtung justirbar; einfache Vorrichtungen an den Endaxkloben verhüten das Herunterfallen der Gehänge. Das Reiterlineal ist, wie schon bei Bunge, gekerbt. — Die 20 *g* Waage für Goldanalyse soll zu Wägungen am Fundorte dienen; sie hat ein zusammenlegbares Gehäuse und kann leicht verpackt werden. Beide Waagen sind von mustergiltiger Arbeit. Der Wägeautomat ist aus den Bunge'schen Münzplatten-Sortirwaagen hervorgegangen und dem neuen Zwecke in sinnreicher Weise angepasst; eine eingehendere Beschreibung des Mechanismus würde hier jedoch zu weit führen.

Auch Max Bekel stellte eine gut gearbeitete Waage aus, an der besonders eine neue Beruhigungsvorrichtung für die Schaalen beachtenswerth ist. Bei Auslösung der Waage senken sich zuerst die Schaalenstützen und die Schaalen gleiten auf einem, sich von unten gegen dieselben legenden Hebel nach ihrem Ruhepunkte hin, ohne in Schwingungen zu gerathen. Alsdann werden durch das Mittellager der Balken und die Gehänge von ihren Stützpunkten gehoben und erst, wenn die Waage vollständig frei ist, verlässt der mit einem Gramm Uebergewicht arbeitende Hebel die Schaalen, wodurch eine völlig ruhige Auslösung bewirkt wird. Die Waage ist behufs Aenderung der Empfindlichkeit mit einem an der Zunge verschiebbaren Gewichtskörper versehen.

Glasinstrumente für chemische, physikalische und ärztliche Zwecke waren von C. M. J. Bodien und von Ludwig Barthels in gleich guter Ausführung vorhanden. Aerztliche Thermometer von ausgezeichneter Genauigkeit in Normalglas verfertigt namentlich der letztere. Speciell für Brauereizwecke aller Art hergestellte Thermometer, auch Feuermelder und elektrische Temperaturanzeiger stellten Kroogsgaard & Becker, deren Leistungen auf diesem besonderen Gebiete in Hamburg sehr anerkannt sind, in grosser Mannigfaltigkeit und guter, sauberer Arbeit aus.

Metallthermometer mit graden Metallstangen wurden von Joh. Sudmann in guter Ausführung ausgestellt; dieselben zeigen die Eigenthümlichkeit, dass die Ausbiegungen der Metallstange durch eine Mitnehmerscheibe, in welcher ein radial verstellbarer Zapfen einen verschieden grossen Zeigerausschlag zu erreichen gestattet, auf das Zeigerwerk übertragen werden.

Aneroidbarometer für gewöhnliche Hausgebrauchszwecke, in Massenfabrikation hergestellt, waren von nicht weniger als drei Firmen (Oskar Möller; Möller & Sander-Altona; D. Brauckmann & Co.) in einigermaassen abweichenden Konstruktionen, die jedoch keine durchgreifenden neuen Gedanken enthielten, zur Ausstellung gebracht. An allen war die ausserordentliche Billigkeit der Preise bei genügend guter Arbeit bemerkenswerth.

2. Uhren.

Diese zweite Abtheilung der Gruppe für Feinmechanik umfasst einen für Hamburg der Schifffahrt wegen ganz besonders wichtigen Zweig der gewerblichen Thätigkeit, hinsichtlich dessen leider gegenwärtig die Verhältnisse überall sehr schwierige sind. Die vollständig ursprüngliche Herstellung von Uhrtheilen und Uhren ist bekanntlich im Allgemeinen an wenige Oertlichkeiten geknüpft (Schweiz, Glashütte, Schwarzwald, Paris, London u. s. w.), so dass die Thätigkeit der grossen Mehrzahl aller Uhrmacher auf die Zusammensetzung, Regulirung und Reparatur der an jenen Orten erzeugten Werke beschränkt ist. Nur sehr wenige Werkstätten sind in der Lage und im Stande, völlig Selbständiges zu leisten und zwar ist eine solche selbständige Thätigkeit im Wesentlichen auf einige besondere Zweige, wie Herstellung von Thurmuhren, von elektrischen Uhren u. dergl., ganz besonders aber auf das Gebiet der zu astronomischen und zu nautischen Zwecken dienenden Präcisionsuhren höchster Stufe, also der astronomischen Pendeluhren und der Schiffschronometer, angewiesen. Leider aber bringen es die ungeheuren technischen Schwierigkeiten einer den höchsten wissenschaftlichen Anforderungen genügenden Zeitmessung mit sich, dass die Erzeugung dieser Präcisionsuhren in der Regel so grosse Opfer an Zeit und Geld beansprucht, denen anderseits doch nur ein beschränkter Absatz gegenüber steht, dass nur sehr vereinzelte Werkstätten das Wagniss einer völlig unabhängigen und selbständigen Herstellung aller Theile solcher Uhren zu unternehmen im Stande sind. Eher schon vermag ein tüchtiger Uhrmacher eine lohnende Thätigkeit darin zu finden, diejenigen Uhrtheile, deren Herstellung ganz besonders schwierig ist (z. B. Kompensationsunruhen für Chronometer, Schneckenräder u. dergl.) im rohen Zustande aus den wenigen hierfür bestehenden Fabriken zu beziehen, sie zu bearbeiten und sie mit den übrigen selbstverfertigten Theilen zu einem Ganzen zusammenzusetzen. Diese, freilich auch noch grosse Geschicklichkeit, Kenntniss und Erfahrung erfordernde Thätigkeit ist das, was von der Mehrzahl unserer deutschen „Chronometermacher“ allein geleistet wird — davon hat auch die Hamburgische Ausstellung von Neuem den Beweis geliefert. Die gewissenhaften Feststellungen der Jury ergaben die Thatsache, dass nur zwei aller auf diesem Gebiete in Betracht kommenden Firmen Seechronometer ausgestellt hatten, welche völlig selbständig und von Grund aus in der eigenen Werkstatt erzeugt waren; diese beiden Firmen waren F. Dencker-Hamburg und A. Kittel-Altona. Die übrigen Aussteller waren hinsichtlich des Bezuges der schwierigsten Theile, leider selbst z. Th. der ganzen Werke, in völliger Abhängigkeit von England, theilweise auch von Glashütte. Angesichts des stolzen Aufschwunges unserer vaterländischen Kriegsmarine wie des gewaltigen Wachsthums der deutschen, namentlich auch der Hamburgischen Handelsflotte, sowie Angesichts des thatkräftigen Interesses, welches die kaiserlichen Marinebehörden und die deutsche Seewarte nicht weniger wie die grossen Rhedereien der Förderung einer völlig unabhängigen deutschen Chronometererzeugung entgegenbringen, ist der geschilderte Zustand sicherlich sehr bedauerlich. Möge die Zukunft hier bald eine Besserung herbeiführen.

Die von dem ersten der beiden genannten Aussteller, F. Dencker, vorgeführten Werke bildeten überhaupt einen Glanzpunkt der Gruppe für Feinmechanik. Es waren ausgestellt: Seechronometer nebst einzelnen Theilen derselben, namentlich eine Anzahl nach den Philipp'schen Kurven gearbeiteter Spiralen, von der Seewarte prämiirte luftdicht schliessende Chronometergehäuse, welche vermittels einer sinnreichen Einrichtung ein Aufziehen der Uhr ohne Oeffnung des Gehäuses ermöglichen und welche von dem Aussteller in der Absicht konstruirt worden sind, das Werk während der Fahrt vollständig von der feuchten und mit Salztheilchen angefüllten Seeluft abzuschliessen, ferner einige Chronometer mit Unterbrecher zu geodätischen Zwecken, wie solche seit drei Jahren beim Königl. Preuss. Geodätischen Institut im Gebrauch sind, ferner eine Modell-Ankerhemmung, wie eine solche von dem Aussteller für die Genfer Uhrmacherschule angefertigt wurde, elektrische Uhren u. s. w., — endlich aber namentlich eine Schwesteruhr der von Dencker im Jahre 1883 der Königl. Sternwarte zu Leipzig gelieferten Hauptpendeluhr. Ueber

letztere liegt in den Berichten der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften (Sitzung vom 14. Mai 1888) eine eingehende Untersuchung von R. Schumann vor, der zu dem Schlusse gekommen ist, „dass diese Uhr Dencker XII zu den besten ihrer Art gehört".

Auch die Ausstellung von A. Kittel-Altona, obgleich weniger umfassend als die Dencker'sche, war grossen Lobes würdig. Sie enthielt, ausser sehr vortheilhaft konstruirten elektrisch-sympathischen Werken, die sich wegen der günstigen Ausnutzung des Elektromagnetfeldes ganz besonders zum Betriebe von sehr grossen Zeigerwerken eignen, mehrere von Grund aus selbständig erzeugte Seechronometer, deren Gänge sich bei den Prüfungen auf der Seewarte als sehr befriedigend erwiesen haben. Auch einzelne Uhrtheile, Spiralen u. s. w. von zum Theil eigenartigen Konstruktionen waren ausgestellt.

Im Uebrigen hatten auch F. Corleis-Altona und Sackmann & Sohn-Altona gute Chronometer, deren Werke zum Theil eigenen, zum Theil aber fremden, namentlich englischen Ursprungs waren, ausgestellt. Dasselbe gilt von W. Bröcking-Hamburg. Derselbe hatte auch eine astronomische Pendeluhr von vorzüglicher eigener Arbeit ausgestellt, ferner eine lehrreiche Reihe von Chronometer-Unruhen, die sich indess bei der Prüfung durch die Jury leider als fremden Ursprungs erwiesen.

Ausser den Präcisions-Uhren bot die Ausstellung u. A. von R. Heyer-Hamburg, dessen Geschäftstheilhaber F. A. Beyes-Hildesheim ist, eine gut gearbeitete Thurmuhr, von C. F. Freyer Schiffsuhren für gewöhnlichen Gebrauch mit luftdichtem Verschluss und eigenartigem Aufziehmechanismus, von W. Prinzlau jr. eine Sammlung gut gearbeiteter Modelle von Taschenuhr-Hemmungen als Lehrmittel für Fachschulen u. s. w. Eine umfassende und hinsichtlich der äusseren Ausstattung sehr reichhaltige Ausstellung der in Hamburg ansässigen Hamburg-Amerikanischen Uhrenfabrik A. G., deren Werkstätten in Schramberg im Schwarzwald sich befinden, lieferten den Beweis, dass die Uebertragung der amerikanischen Fabrikationsweise gewöhnlicher Gebrauchsuhren in die alten Sitze der von der amerikanischen Konkurrenz bekanntlich hart bedrängten Schwarzwälder Uhrenindustrie gute Erfolge aufzuweisen hat. Die Maschinen für die Herstellung der Uhren sollen wesentlich vervollkommnet worden sein und die Uhren sind bei billigen Preisen so gut gearbeitet, wie es bei Massenfabrikation erwartet werden kann.

Von grossem Interesse endlich waren auch die von G. Herotizky ausgestellten elektrischen Hausuhren (D. R. P. No. 49151). Bekanntlich ist die Verwendung des elektrischen Stromes für den Uhrbetrieb eine zwiefache; entweder soll der Strom die Zeit von einer gewöhnlichen Normaluhr auf eine oder viele sogenannte elektrisch-sympathische Zeigerwerke übertragen — oder aber er soll in einer einzelnen, selbständigen Uhr den durch das Werk bezw. das Pendel oder die Unruhe verbrauchten Theil der Triebkraft stetig ersetzen, sowie das periodische Aufziehen eines Gewichtes oder einer Feder überflüssig machen, die Uhr also selbständig in Gang erhalten. Während die erstere Aufgabe in mannichfachster Weise gelöst ist, existiren bisher nur wenige einigermaassen erfolgreiche Versuche, auch die letztere zu lösen, also selbständige elektrische Uhren zu konstruiren, welche bei genauem Gange gar nicht aufgezogen zu werden brauchen, sondern nur etwa alle 1 oder 2 Jahre einer Erneuerung der Elektricitätsquelle bedürfen. Es ist an diesem Orte nicht möglich, auf die Einzelheiten der Herotizky'schen Uhren, welche in grosser Mannichfaltigkeit ausgestellt waren, näher einzugehen; vielleicht bietet sich dazu einmal eine besondere Gelegenheit. Erwähnt sei nur, dass die neueren Herotizky'schen Uhren nur mit einem einzigen Trockenelemente arbeiten und eine erstaunliche Einfachheit der Konstruktion besitzen, die sich allen Bedürfnissen anzupassen vermag, so dass z. B. gewöhnliche Uhren mit dem elektrisch arbeitenden Mechanismus nachträglich versehen werden können, auch Uhren mit Schlagwerk u. s. w., ferner dass die Arbeitsleistung des Stromes nur in einer alle 1 oder 2 Minuten erfolgenden Hebung eines Gewichtskörpers besteht, dessen Niedersinken sodann die von dem schwingenden Pendel verbrauchte Arbeit ersetzt, bezw. die Arbeit des Aufziehens einer Feder besorgt, welche letztere somit wesentlich mit stets gleicher Spannung arbeitet. Diese geringe Leistung des Stromes ermöglicht eben die lange Ausdauer des den Betrieb unter-

haltenden Trocken-Elementes, welches im Gehäuse selbst angebracht ist und sehr bequem ausgewechselt werden kann. Mit den Herotizky'schen Uhren scheint in der That das Problem, gute und billige elektrische Hausuhren zu konstruiren, in befriedigender Weise gelöst zu sein.

An die Uhrenausstellung schloss sich ein, der Jury für Feinmechanik zur Beurtheilung überwiesener, thatsächlich noch nicht dagewesener Gegenstand, der im Publikum grosses Aufsehen erregte, nämlich ein in Thätigkeit befindlicher Photographie-Automat. Die Erfinder dieses höchst interessanten Automaten, Christel Foege, Joseph Raders und Karl Griese haben in der That die Aufgabe, ohne alle menschliche Mitwirkung (abgesehen von der Auslösung des Mechanismus durch das Einstecken eines 50 Pfennig-Stückes in einen Spalt) die komplicirte Aufeinanderfolge aller zur Erzeugung, Hervorrufung, Fixirung und wiederholten Waschung einer Photographie erforderlichen, bestimmte Zeiten in Anspruch nehmenden Processe lediglich durch einen sicherwirkenden und zugleich sehr verschiedenartigen Anforderungen sich anpassenden Mechanismus ausführen zu lassen, in erstaunlicher Weise gelöst. Eine eingehende Beschreibung dieses Mechanismus, der übrigens, wie die Konstrukteure mittheilten, bei dem in Arbeit befindlichen zweiten Exemplar eine bedeutende Vereinfachung erfahren wird, würde hier ebenfalls zu weit führen; der Grundgedanke besteht in der aufeinanderfolgenden Auslösung verschiedener Bewegungsmechanismen durch ein Uhrwerk, das die Zeitdauer der einzelnen Processe regelt.

Endlich sei noch eines, auch den Feinmechaniker interessirenden Gegenstandes gedacht, der in der Gruppe für Werkzeuge ausgestellt war, nämlich der von Ernst Winter hergestellten Diamanten für technische Zwecke, d. h. für Werkzeuge der Graveure, Lithographen, Zahnärzte, Glaser u. s. w. Besonders hervorragend, mit Rücksicht auf die schwierige Bearbeitung des Materials, waren die Winter'schen Diamanten für lithographische und ähnliche Zwecke, die gegenwärtig in den Staatsdruckereien nicht nur Europas, sondern selbst Amerikas zur Herstellung von Banknoten u. dergl. in erster Linie verwendet werden. Winter stellt die Spitzen dieser Werkzeuge aus Diamantsplittern her, die er so bearbeitet, dass sie den Stein oder das Metall nach allen Richtungen völlig gleichmässig angreifen.

Referate.

Ueber die Anwendung des Reflexionskollimators von Fizeau als entfernte Mire.

Von A. Cornu. *Compt. Rend. 1888.* ***107.*** *S. 708.*

Es handelte sich darum, im Observatorium zu Nizza eine entfernte Mire aufzustellen, an einem Orte, an welchem die Einrichtung eines persönlichen Dienstes sich von selbst verbot. Die Frage wurde dem *Bureau des longitudes* unterbreitet. Fizeau schlug die Anwendung eines Reflexionskollimators vor, ähnlich dem, welchen er bei seiner Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit angewendet hatte. Nun ist die Benutzung von Reflexionen zu dem gedachten Zwecke an sich durchaus nichts Neues; der Vorschlag von Fizeau aber war auf die Benutzung eines besonderen Phänomens gerichtet, welches er bei seinen damaligen Versuchen wahrgenommen hatte, nämlich der seitlichen Ausbreitung und damit Sichtbarkeit des reflektirten Lichts. Cornu wurde mit dem näheren Studium der Frage betraut. Der Bericht, welchen er der Akademie über seine Untersuchungen abstattete und welchem Ref. die vorliegenden Mittheilungen entnimmt, ist als ein vorläufiger bezeichnet und derselbe lässt in der That manche, sich unwillkürlich aufdrängende Fragen unbeantwortet. Da indessen bis jetzt eine ausführlichere Darstellung der bezüglichen Versuche dem Ref. nicht zu Gesichte gekommen ist, so glaubt er am besten zu thun, wenn er die Darstellung Cornu's möglichst ausführlich, und ohne eine Kritik an sie zu knüpfen, wiedergiebt, um so den sehr interessanten Gegenstand wenigstens zur Kenntniss des Leserkreises dieser Zeitschrift zu bringen.

Cornu stellte erst Vorversuche an mit einem Fernrohr von 16 *cm* Oeffnung, durch welches er das Licht einer kleinen Oellampe auf ein anderes, 4,5 *km* entferntes, von 7 *cm*

Oeffnung warf. In einem parallel neben dem ersten aufgestellten Fernrohr von 6,5 *cm* Oeffnung (Axendistanz 25 *cm*) war Nachts recht gut das Kollimationsfernrohr als leuchtender Punkt sichtbar. Bei Tage konnte man unter Anwendung von Sonnenlicht die Axendistanz der beiden diesseitigen Rohre bis auf 65 *cm* steigern, selbst bei Benutzung eines viel kleineren Beobachtungsfernrohrs.

Der entscheidende Versuch wurde dann in Nizza selbst ausgeführt, mit einem Kollimator von 8 *cm* und einem Beleuchtungsobjektiv von 10,4 *cm* mit Petroleumlampe. In dem zum grossen Meridiankreis gehörigen Fernrohr war die Mire als Stern fünfter bis sechster Grösse sichtbar bei einer Axendistanz von 25 *cm*.

Als die physikalische Ursache des Phänomens der seitlichen Lichtausbreitung fand Cornu die regelmässige Diffraktion am Kollimator-Objektiv. Von dem Vorhandensein einer solchen Wirkung könne man sich überzeugen, wenn man das Objektiv eines gut regulirten Kollimators aus einer Entfernung von einigen zehn Metern betrachte, während es beleuchtet ist. Bei grosser Entfernung des Beobachtungs- vom Beleuchtungsfernrohr erscheint der Kollimator völlig dunkel. Bei allmäliger Annäherung der beiden Rohre erscheinen zunächst an den entgegengesetzten Seiten des Kollimatorobjektivs senkrecht zur Ebene der optischen Axen zwei feine Lichtlinien; diese, anfangs ein wenig ungleich, werden immer stärker und streben, sich im Umfang der Objektivöffnung zu vereinigen. Entfernt man dann den Kollimator, so sieht man, dass die Lichtsegmente schliesslich die ganze Oeffnung des betrachteten Objektivs ausfüllen würden.

Wegen der Verschiedenheit des Lichteinfalls gegen die beiden seitlich diametralen Randstellen des Kollimatorobjektivs ist die Erscheinung, wie auch bemerkt, nothwendig ein wenig unsymmetrisch. Dem kann man abhelfen, indem man zu beiden Seiten des Beobachtungsfernrohrs Beleuchtungsrohre aufstellt, und dieser Modus wurde für die Nizzaer Mire adoptirt.

Die Einrichtung daselbst war nun des Näheren die, dass auf einem Pfeiler des 6,5 *km* entfernten Mont Macaron ein Kollimator von 6 *cm* Oeffnung aufgestellt wurde, welcher also die Mire bildet. In der Brennebene desselben ist eine versilberte Glasplatte angebracht, und zwar in dem Rahmen eines Mikrometers, durch welchen sie in dieser Ebene bewegt werden kann. Die Versilberung ist in einem Theile bis auf ein feines Kreuz weggekratzt, so dass durch Bewegung der Mikrometerschraube das Gesichtsfeld nach Belieben verdeckt oder frei gemacht werden kann. Mittels eines starken Okulars wird das Bild des Observatoriums genau mit der versilberten Fläche zur Deckung gebracht, was sehr wesentlich ist. Der Kollimator selbst ist nun mit starken Schrauben in einem grösseren Rohr von 18 *cm* Durchmesser befestigt, welches von der Okularseite durch einen starken Deckel verschlossen ist, von der Objektivseite eine Oeffnung von 7 *cm* hat, welche zum Schutz des Objektivs noch mit einem Drahtgitter versehen ist (das die Erscheinung nicht stört). Lichtgeber sind zwei Fernrohre von 16 *cm* Oeffnung und 1 *m* Brennweite, welche 35 *cm* von der Visirlinie des Meridiankreises entfernt sind. Auch diese Rohre stehen auf festen Pfeilern. Zur Justirung derselben richtet man jedes der Beleuchtungsfernrohre so, dass das Bild der Mire auf das Fadenkreuz des Okulars — eines schwachen Mikroskops — fällt. In diesen gemeinsamen Brennpunkt des Okulars und Objektivs „bringt man dann die Lichtquelle“, so dass auch diese mit dem Fadenkreuz zur Koincidenz kommt. Das am Kollimatorspiegel regelmässig reflektirte Licht kann unter diesen Bedingungen offenbar nur nach seinem Ausgangspunkte zurückkehren. Beim Austritt aus dem Kollimatorobjektiv aber breitet sich das Lichtbündel durch Diffraktion in allen Richtungen aus und ein Theil dieses gebeugten Lichts gelangt in das Beobachtungsrohr und erzeugt dort das Bild der Mire.

Die Ausführung der Einrichtung geschah durch den Konstrukteur des Nizzaer Meridiankreises selbst, den wohlbekannten Pariser Mechaniker Brunner. *Cz.*

Ein neues praktisches Ophthalmometer.

Von C. J. A. Leroy und R. Dubois. *Journ. de Phys. II.* **7.** *S. 564.*

Unter dieser Ueberschrift beschreiben die Verfasser, ohne den Namen Helmholtz irgendwo zu nennen, zunächst das Helmholtz'sche Ophthalmometer[1]) und geben dann eine von der gewöhnlichen etwas abweichende Methode für die Messung von *Cornea*-Krümmungsradien.

Man giebt den Platten eine solche Neigung, dass zwei Punkte, die eine genau gemessene Entfernung, sagen wir $2\,i = 2{,}25\ mm$ haben, auf einander fallen. Senkrecht zur Axe des Fernrohres und zur Drehungsaxe der Platten ist am Ophthalmometer ein Lineal mit Theilung angebracht, welches zwei Merkzeichen, etwa zwei Lampen, trägt. Man richtet dann das Ophthalmometer auf die Kugelfläche, deren Radius bestimmt werden soll und verschiebt die Lampen, bis zwei der entstehenden vier Bilder aufeinanderfallen. Dann sind die von der Kugelfläche erzeugten Bilder $2{,}25\ mm$ entfernt. Aus der Entfernung der Lampen, $2\,O$, und dem Abstand des Lineals von den Lampenbildern d kann man dann den gesuchten Radius r berechnen. Man nimmt also bei dieser Methode die Grösse des gespiegelten Gegenstandes (Abstand der Lampen) anstatt der Neigung der Platten veränderlich.

Zweitens geben die Verfasser eine Herleitung, die eine genauere Berechnung von r, als sie durch die elementare Formel erhalten wird, ermöglichen soll. Fasst man die beiden Schlussformeln, zu denen sie kommen:

$$\begin{cases} O = d \tan 2\,\omega \\ \sin \omega = \dfrac{i}{r} \end{cases}$$

in eine zusammen, so erhält man:

$$r = \frac{i}{\sin\left[\frac{1}{2} \arctan \frac{O}{d}\right]},$$

d. h. genau die Formel, welche Helmholtz schon im Jahre 1856 angegeben hat[2]).

Eine Vorrichtung, um in verschiedenen Meridianen beobachten zu können, wie sie die Verfasser gleichfalls geben, hat auch das von König in dieser Zeitschrift[3]) beschriebene Ophthalmometer. *E. Br.*

Ueber die Bestimmung des Werthes der Grade bei Thermometern mit gebrochener Skale.

Von L. Calderon. *Chem. Ber. 1888.* **21.** *S. 3303.*

Bei genauen thermometrischen Bestimmungen hat man häufig Thermometer mit gebrochener Skale, d. h. solche, die nur wenige in Zwanzigstel oder Fünfzigstel getheilte Grade enthalten, durch Vergleichung mit Normalthermometern, welche die Fundamentalpunkte enthalten und deren Grade höchstens in Zehntel getheilt sind, auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Es entsteht die Schwierigkeit, den Stand der Normalthermometer mit der zu diesem Zwecke nöthigen Genauigkeit zu bestimmen.

Der Verfasser beschreibt eingehend seine Methode, diese Schwierigkeit durch kathetometrische Messung zu überwinden. Ein Fernrohr mit vertikaler Mikrometerverschiebung lässt sich in jeder Höhe an einer vertikalen Säule festklemmen. Die Richtigkeit der Mikrometerschraube wird dadurch geprüft, dass dasselbe Intervall (Abstand zweier horizontalen Linien) mit verschiedenen Stellen der Schraube gemessen wird. Der Abstand zweier Theilstriche des Normalthermometers sowie derjenige der Quecksilberkuppe von den Theilstrichen, zwischen denen sie liegt, wird dann in Trommeltheilen der Mikrometerschraube ausgedrückt und daraus der Stand der Kuppe mit grosser Genauigkeit bestimmt.

---

[1]) H. Helmholtz, *Gräfe's Archiv f. Ophthalmologie. Bd. I, Abth. 2, S. 1* und *Wiss. Abhandl. Bd. 2, S. 283.* — A. König, *diese Zeitschr. 1883. S. 153.* — [2]) a. a. O. — [3]) a. a. O.

Der Verfasser fügt einige Beispiele an und empfiehlt die beschriebene Methode auch für andere ähnliche Probleme[1]). *E. Br.*

Die elastische Nachwirkung bei Silber, Glas, Kupfer, Gold und Platin, insbesondere die Abhängigkeit derselben von der Temperatur.

Von F. Rehkuh. *Wied. Ann. 1888.* ***35.*** *S. 476.*

Der Verfasser hat die elastische Nachwirkung bei Torsionen mit Hilfe der Methode der Spiegelablesung untersucht. Der benutzte Draht hing an der Axe eines Torsionskopfes und trug unten ein Messingstäbchen mit dem Spiegel, dem beschwerenden Gewicht, der Dämpfungsvorrichtung und einem horizontalen Arm, der dazu diente, mit Hilfe auf dem Tisch verschiebbarer Bleigewichte den Draht unten festzuhalten, wenn oben tordirt wurde. Umgeben war der Draht von einem dreifachen Cylinder. In dem innersten Hohlraum befanden sich ausser dem Draht zwei Thermometer, der mittlere Hohlraum konnte durch Dampf, der äusserste durch von zwei regulirbaren Gasflammen erwärmtes Wasser geheizt werden.

Bei dem Versuch wurde der Draht unten in der Nulllage durch die erwähnten Bleigewichte festgehalten. Dann wurde oben um einen bestimmten Winkel tordirt, genau nach 2 Minuten die Torsion aufgehoben und darauf zu verschiedenen Zeiten der Skalenausschlag beobachtet. Die Drillung geschah abwechselnd nach rechts und nach links. Vor dem Gebrauch wurden die Dräthe durch wiederholtes Hin- und Herdrehen und häufiges Erwärmen auf 100° präparirt. Bei fünf verschiedenen Temperaturen (etwa 20°, 40°, 60°, 80°, 100°) wurden Versuche angestellt.

Der Verlauf der elastischen Nachwirkung wird durch die Kohlrausch'sche Formel

$$x = \frac{c}{t^\alpha}$$

dargestellt, wo x die Grösse des im Fernrohr beobachteten Ausschlages, t die seit Beginn der Nachwirkung verflossene Zeit, c und α Konstanten bedeuten, von denen die erste von der Temperatur, die letztere vom Material abhängig ist.

Die Resultate der Untersuchung sind folgende: Die elastische Nachwirkung nimmt bei allen untersuchten Stoffen mit der Temperatur zu. Dies gilt auch für Glas, womit ein von Weidmann gefundenes Ergebniss, nach welchem beim Glase die elastische Nachwirkung abnimmt, wenn die Temperatur steigt, widerlegt ist. Die Temperaturkonstante c lässt sich darstellen durch die Formel:

$$c = \tau^\beta, \text{ wo } \tau = \alpha + bt^\gamma \text{ ist,}$$

wenn τ die Beobachtungstemperatur bedeutet. Für α ergab sich bei 100° ein anderer Werth als bei den übrigen Temperaturen. Der Verfasser hält diese Abweichung für einen Einfluss der Erschütterungen, die der durch den Apparat strömende Dampf hervorbringt. Unter dieser Annahme findet er, dass der Einfluss von Erschütterungen (den schon G. Wiedemann und Weidmann beobachteten) erheblicher ist für die Dauer und den Verlauf der Nachwirkung als für die anfängliche Grösse derselben.

Für Messungen, die mit Hilfe der Torsion ausgeführt werden, empfiehlt der Verfasser den Platindraht wegen seiner geringen elastischen Nachwirkung und der kaum wahrnehmbaren Zunahme derselben mit der Temperatur. *E. Br.*

Ein neues Kondensations-Hygrometer.

Von M. H. Dufour in Lausanne. *Archives des Sciences phys. et natur. Fevr. 1889.*

Das Kondensations-Hygrometer, welches besonders zur Prüfung anderer Hygrometer benutzt wird, ist mehrfach verbessert worden, so von Regnault, Alluard und neuerdings von Crova. Indem letzterer sein Hygrometer mit innerer Kondensation konstruirte, bei welchem die zu untersuchende Luft durch ein abgeschlossenes Gefäss hindurchgeführt wird,

---

[1]) Die angegebene Methode der Thermometerablesung wird von der K. Normal-Aichungs-Kommission schon seit längerer Zeit angewandt. D. Red.

machte er das Instrument von dem variablen Bewegungszustande der Atmosphäre unabhängig; an diesem Vorzuge ist jedenfalls festzuhalten.

Verbesserungsfähig erscheint indessen die Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Kondensation erfolgt, denn bei den bisherigen Formen des Instrumentes setzt man dafür die Temperatur derjenigen Flüssigkeit, durch deren Verdunstung die Temperatur erniedrigt wird. Die Unbeständigkeit der in dieser Weise beobachteten Temperatur scheint darauf hinzudeuten, dass in der That sowohl verschiedene Theile der Flüssigkeit, als auch Flüssigkeit und Metalloberfläche verschiedene Temperaturen besitzen können. Durch diese Ueberlegung wurde Verf. veranlasst, das Thermometer gänzlich von der Flüssigkeit abzusondern und in diejenige Metallmasse zu verlegen, auf welcher sich der Thau bildet.

Der neue Apparat in seiner einfachsten (letzten) Form besteht aus einem cylindrischen Glasgefässe von etwa 7 *cm* Weite und 9 *cm* Höhe, als welches recht gut ein Krystall-Trinkglas dienen kann; es wird ein Messingdeckel aufgesetzt, durch welchen zwei Messingröhren zur Ein- und Ausfuhr der Luft geführt werden, und welchen zugleich in der Mitte der Hauptheil des Apparates durchdringt. Letzterer besteht aus einem Metallprisma von 9 *cm* Höhe und 3 *cm* Seitenlänge. Die eine der vier Seitenwände ist aus einer 1,2 *cm* dicken, äusserlich vernickelten oder versilberten Kupferplatte hergestellt, in welche von oben her das dünne Thermometer mit cylindrischem Gefässe eingeführt wird. Der Raum zwischen dem Thermometer und dem axialen Bohrloche wird mit eingestampften feinen Kupferspähnen ausgefüllt, (mit Quecksilber, wenn Eisen zur Herstellung der Kondensationsplatte verwendet wird). — Die anderen Wände bestehen aus Messing und bilden ein Gefäss mit entsprechend angebrachten Zu- und Abführungsröhren zur Verdampfung der Flüssigkeit.

Eine gewöhnliche Kautschuk-Birne kann zum Einsaugen der Luft in das Füllglas, sowie zum Eintreiben des Luftstromes in die verdampfende Flüssigkeit benutzt werden.

Sp.

Ueber die Legirung der Kilogramme.

Von J. Violle. *Compt. Rend. 1889. S. 894.*

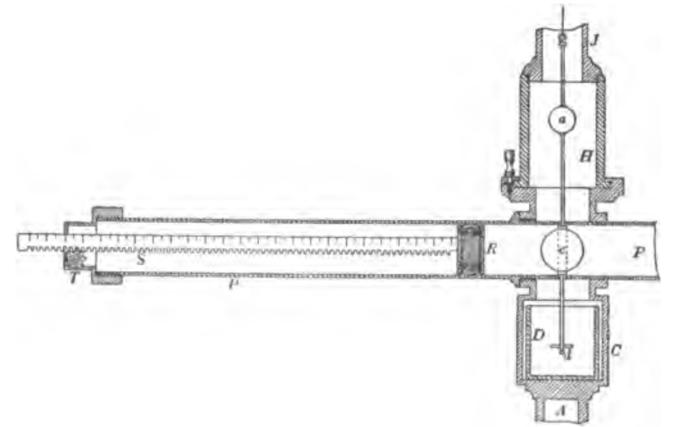
Bekanntlich werden die nationalen Kilogrammprototype aus einer Legirung von 10 Iridium auf 90 Platin hergestellt Die Analysen von Stas und Debray ergaben, dass den Anforderungen der internationalen Meterkommission an die Reinheit des Materials durch den Verfertiger Herrn Matthey mehr als genügt war. Dagegen war die Dichte der unbearbeiteten Cylinder in vielen Fällen eine zu geringe, woraus man auf das Vorhandensein von Höhlungen im Innern schloss; einige Stücke zeigten auch parallel zur Axe Spalten, die von der Streckung herzurühren schienen und welche Theilchen des Giesstiegelmaterials enthielten. Behufs Beseitigung dieses Fehlers schmolz Verf. eines der Stücke in einem mit entsprechender Höhlung versehenen gebrannten Kalkstein. Der erhaltene Barren erschien nach sorgfältiger Reinigung und Politur völlig homogen, die Zusammensetzung unverändert, die Dichte aber war wieder zu gering. Das Stück wurde unter einem starken Balancier fünf starken Schlägen ausgesetzt, wodurch die Dichte etwas stieg. Nun wurde das Stück mehrfach geglüht und hart geprägt, bis es absoluten Widerstand leistete und hatte dann die erwartete Dichte; weitere noch so starke Schläge hatten keine Wirkung. Ein zweiter ganz gleich behandelter Cylinder zeigte dasselbe Verhalten; alle beim Schlagen, Glühen und Hartprägen anderer Stücke absichtlich angewendeten Verschiedenheiten hatten keinen Einfluss auf das Ergebniss. Die endliche Dichte war stets 21,55, entsprechend einer Mischung von 9 Th. Platin, dessen Dichte 21,46, und 1 Theil Iridium, dessen Dichte 22,38 beträgt. Verf. schliesst daraus, dass die gedachte Legirung sich hinsichtlich ihrer Dichte (und specif. Wärme) wie eine Mischung verhält, und dass für dieselbe, wie auch zweifellos für jedes physikalisch homogene Metall, die Dichte eine ganz bestimmte ist, welche, einmal erreicht, durch kein künstliches Mittel vergrössert werden kann. *P.*

Tonstärkemessung.

Von E. Grimsehl. *Programmabhandlung des Realgymnasiums zu Hamburg 1888. Wied. Ann. 1888.* ***34.*** *S. 1028.*

Die zuerst von Lord Rayleigh beobachtete Erscheinung, dass ein in einer tönenden Luftsäule drehbar aufgehängtes Blättchen das Bestreben zeigt, sich senkrecht gegen die Axe der Luftsäule zu stellen, benutzt der Verfasser zur Konstruktion eines Phonometers. Er hängt in eine abgeschlossene Luftsäule, unter einem zwischen 0 und 90° liegenden Winkel gegen die Axe geneigt, bifilar ein (Glimmer-) Blättchen auf und beobachtet mit Spiegelablesung die Drehung, die das Blättchen erfährt, wenn die Luftsäule in Schwingungen versetzt wird.

Der Apparat ruht bei *A* (s. Fig.) auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifuss. Oberhalb *A* befindet sich das Gehäuse *C*, welches ein mit Glycerin gefülltes Gefäss *D* enthält. Oberhalb *C* ist ein horizontales Rohr *P* befestigt, welches an der einen Seite durch eine Kautschukmembran verschliessbar ist, während sich in der anderen ein mittels Zahnstange *S* und Trieb *T* verstellbarer Stempel *R* befindet. Auf dem Rohre *P* ist lothrecht über *C* das Spiegelgehäuse *H* und das Suspensionsrohr *J* mit Torsionskopf befestigt. *P* ist in Richtung der gemeinsamen Axe von *C* und *H* durchbohrt. An dem Torsionskopf ist mittels Kokonfadens die Fahne aufgehängt, welche aus einem Stahldraht besteht, der den Spiegel *a*, das Blättchen *c* und zwei kleine in das Glycerin tauchende Querstäbe *d* trägt. Der Spiegel wirft ein leuchtendes Spaltbild auf eine an passendem Orte angebrachte Skale.



Die Beobachtung geschieht folgendermaassen: Man bringt der Tonquelle gegenüber das Phonometer an den Ort, wo die Schallintensität gemessen werden soll und verschiebt den Stempel *R*, bis der Ausschlag ein Maximum wird. Dieser Ausschlag gilt als Maass für die Tonstärke.

Der Verfasser stellte im Zimmer Versuche mit einer offenen Pfeife an, die mit Hilfe eines Appun'schen Blasetisches angeblasen wurde. Er untersuchte zunächst die Abhängigkeit der Tonstärke von der Entfernung zwischen Phonometer und Pfeife. Die Gestalt der gefundenen Kurven zeigte sich in hohem Grade von geringen Veränderungen der Gegenstände im Zimmer beeinflusst. Weiter wurde die Abhängigkeit der Tonstärke von dem zum Anblasen benutzten Luftdruck bestimmt.

Die genaue Beziehung zwischen dem Skalenausschlag und der Tonstärke vermag der Verfasser nicht anzugeben. Er beabsichtigt, Beobachtungen auf freiem Felde mit einer Pfeife bei verschiedenen Entfernungen anzustellen und aus ihnen unter Zugrundelegung des quadratischen Gesetzes für die Abnahme der Intensität mit zunehmender Entfernung die gesuchten Beziehungen ziffernmässig festzustellen. Der Versuch, letztere durch Benutzung mehrerer Pfeifen im Zimmer zu finden, scheiterte an Interferenzerscheinungen. Eine Theorie des Phonometers, die aus hydrodynamischen Principien zu entwickeln sei, soll in einer späteren Arbeit gegeben werden. *E. Br.*

Ersatz für das Chlorkalciumrohr bei Elementaranalysen.

Von J. Preusser. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***28.*** *S. 322.*

Die von Schmitz angegebene, mit glasiger Phosphorsäure und koncentrirter Schwefelsäure beschickte Trockenröhre wird derart abgeändert, dass das Gas die Schwefelsäure

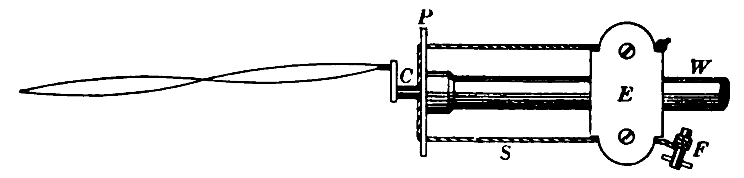
vor der Phosphorsäure passirt. Der Apparat besteht aus zwei Schenkeln, die wie bei der Péligot'schen Röhre durch eine enge, in der Mitte zu einer Kugel erweiterten Röhre verbunden sind. Der erste Schenkel ist bauchig erweitert und doppelwandig. In den inneren mit Schwefelsäure beschickten Hohlraum tritt das Gas aus der seitlichen, kugelig erweiterten Ansatzröhre durch eine fast bis an den Boden reichende mit einer Erweiterung versehene Röhre. Von dort tritt das Gas durch eine im oberen Theil der inneren Wand befindliche Oeffnung in den Raum zwischen beiden Wänden und weiter in den zweiten Schenkel, welcher die Phosphorsäurestange enthält und ebenfalls durch einen eingeschliffenen Stöpsel mit rechtwinkliger Bohrung verschlossen ist, der als Hahn für das seitlich angesetzte Austrittsrohr dient. *Wgsch.*

Ein Instrument zur Demonstration der Gesetze transversaler Schwingungen von Saiten und Drähten.

Von G. S. Moller. *Americ. Journ. of Science. III.* ***36.*** *S. 337.*

Der Apparat hat vor anderen zu gleichem Zwecke konstruirten den Vorzug, dass man die Schwingungen beliebig lange andauern lassen kann.

An einer Welle, welche von einem Rotationsapparat mit Hilfe von Schnurläufen in schnelle Umdrehung gesetzt werden kann, befindet sich eine Kurbel von sehr kurzem Hebelarm. Das eine Ende des zu benutzenden Seiles oder Drahtes wird an dieser Kurbel befestigt, während das andere über eine Rolle gelegt ist und eine Schale zum Auflegen der Gewichte trägt. Die Theilchen des Seiles werden auf diese Weise, wenn sich die Kurbel dreht, in cirkulare Transversalschwingungen versetzt. Eine besondere Einrichtung (s Fig.) verhindert, dass durch die Spannung des Seiles ein seitlicher Zug der Welle *W* gegen die Lager ausgeübt werden kann. Ueber den Zapfen *C*, der die Kurbel trägt, ist eine



durchbohrte Platte *P* geschoben, die in der aus der Figur sichtbaren Weise mit Hilfe des Wirbels *F* durch die übergelegte Schnur *S* gegen die Büchse *E* gezogen werden kann.

Zur Erzielung einer gleichförmigen Rotationsgeschwindigkeit dient ein Centrifugalregulator. Uebersteigt die Geschwindigkeit eine gewisse Grösse, so wird durch Centrifugalkraft eine Feder zurückgedrückt und dadurch ein elektrischer Strom geschlossen, der den Anker eines Elektromagneten niederzieht. Dieser Anker ist an dem einen Arme eines Hebels befestigt; der andere Arm desselben trägt ein Kissen, welches bei angezogenem Anker auf einem an der Welle befindlichen Rade schleift und so die Rotationsgeschwindigkeit vermindert. Durch Zahnübertragung kann jederzeit von der ersten Welle aus noch eine zweite, wie die erste eingerichtete, in Drehung versetzt werden.

Man kann an derselben Kurbel noch ein zweites Seil befestigen, welches über eine zweite Rolle gelegt wird. Aendert man dann nur an dem einen Seile Spannung oder Länge, so kann man durch Vergleichung beider Seile sehr gut den Einfluss der vorgenommenen Abänderungen demonstriren. Sehr lehrreiche, aus longitudinalen und transversalen Impulsen zusammengesetzte Schwingungen erzielt man, wenn Seil und Welle einen Winkel von 45° bilden. *E. Br.*

Ueber Beobachtung der Schwebungen zweier Stimmgabeln mit Hilfe des Mikrophons.

Von J. Tuma. *Anz. d. Wiener Akad. d. Wiss. 1889. S. 178.*

In der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie vom 11. Juli 1889 überreichte Prof. V. v. Lang die obige in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit und sagte darüber Folgendes: „Die Schwebungen der Gabeln werden durch

Uebertragung auf die mit ihnen verbundenen Mikrophone mittels des Telephons beobachtet; die Methode erwies sich als sehr zweckmässig. Es konnte auf diese Weise auch der Einfluss der umgebenden Luft auf die Stimmgabeln nachgewiesen werden, indem die eine Gabel in einen geschlossenen Raum gebracht wurde, aus welchem die Luft ausgepumpt werden konnte. Die Abnahme einer ā-Stimmgabel im luftleeren Raum beträgt eine ganze Schwingung.

W.

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der angewandten Optik. Von Dr. A. Steinheil, Inhaber der optischen und astronomischen Werkstatt C. A. Steinheil Söhne in München und Dr. E. Voit, Professor an der technischen Hochschule zu München. 3 Bände.

Wenn wir im Folgenden ausnahmsweise über ein Werk Mittheilungen machen, welches erst im Erscheinen begriffen ist, so geschieht es des ausserordentlichen Interesses wegen, welches dasselbe in den Kreisen der praktischen Optiker besonders mit Rücksicht auf den einen der Herausgeber erregen dürfte, dessen Entschluss, aus dem Schatze seiner Erfahrungen Mittheilungen zu machen, nicht genug anerkannt werden kann.

Der Redaktion sind die nachstehenden Notizen über das Werk zugegangen, welche wir mit dem Bemerken unseren Lesern mittheilen, dass eine ausführliche Besprechung nach Erscheinen des Buches folgen wird.

Das *Handbuch der angewandten Optik* ist zunächst für den ausübenden Optiker bestimmt, den es in den Stand setzen soll, unter Voraussetzung nur elementarer mathematischer Kenntnisse, optische Systeme zu berechnen; es soll aber auch für jeden, der sich eingehender mit dem Gebrauche optischer Instrumente befassen will, zur Orientirung über die Berechnung und Leistung derselben dienen.

Seit der 1778 erschienenen *analytischen Dioptrik* von Klügel, über welche Fraunhofer seinerzeit äusserte, dass sie das einzige Werk sei, welches der ausübende Optiker wirklich brauchen könne, ist trotz der grossen Fortschritte in der theoretischen Forschung, durch Bessel, Gauss, Neumann, v. Seidel u. a. kein gleich brauchbares, dem Praktiker wesentlich mehr bietendes Werk erschienen. Zweifellos besteht aber ein Bedürfniss dafür, ein solches Buch zu besitzen, welches einerseits an der Hand der neuen Theorien Orientirung über die zu stellenden Bedingungen böte, andrerseits den erhöhten Anforderungen gerecht würde, welche die Neuzeit an die optischen Instrumente stellt. Jetzt genügt es nämlich nicht mehr, Linsen herzustellen, welche nur den anvisirten Punkt mit nächster Umgebung recht deutlich zeigen, sondern man verlangt, dass ausgedehnte Bilder deutlich, eben und korrekt gezeichnet von den optischen Systemen entworfen werden.

Die Herausgeber haben sich als Aufgabe gestellt, dem oben angeführten Bedürfnisse gerecht zu werden, wobei als Vorstudium hierzu die seit dem Jahre 1853 geführten strengen Berechnungen optischer Systeme in der optisch-astronomischen Werkstatt des einen der Herausgeber dienten. Die hierbei gefundenen und als praktisch erprobten Methoden sollen zum Gemeingute gemacht werden, um als Basis für weitere Forschungen Verwendung zu finden.

Einen wesentlichen Faktor, der die Aufstellung dieser Methode erst ermöglichte, bilden die von Prof. Dr. L. v. Seidel entwickelten *Trigonometrischen Formeln für den allgemeinsten Fall der Brechung des Lichtes an centrirten sphärischen Flächen*, weil es ohne diese und die Orientirung an der Hand der Gauss'schen Theorie nicht möglich war, komplicirte Aufgaben so zu lösen, dass die berechneten Systeme nach ihrer Ausführung, ohne jede empirische Nachhilfe, den angestrebten Effekt geben.

Allgemeine Lösungen sind hierbei ausgeschlossen, da wegen der grossen Zahl der zu erfüllenden Bedingungen die Aufgaben zu komplicirt würden, und weil eine Reihe von Fehlern, welche nicht ganz gehoben werden können, so gegeneinander abgeglichen werden müssen, dass der Gesammteffekt für die jeweilig gestellte Aufgabe ein möglichst guter wird.

Das Handbuch der angewandten Optik soll aus drei Bänden bestehen; der erste

bildet die Einleitung des ganzen Werkes; in demselben sind die für die späteren Betrachtungen nothwendigen Begriffe entwickelt, die Voraussetzungen für die Rechnung präcisirt, und endlich ist die Methode der Berechnung angegeben. In dem zweiten Bande sollen diese Berechnungen für verschiedene optische Instrumente durchgeführt und in dem dritten die Prüfung derselben behandelt werden. Der eben erscheinende erste Band ist in fünf Kapitel getheilt. In dem ersten sind einige optische Hilfssätze zusammengestellt und die Methode angegeben, wie man die Eigenschaften des Glases in Zahlen ausdrücken kann; in dem zweiten ist eine theoretische Orientirung über die Haupteigenschaften der Bilder von Linsen gegeben, im dritten die Bedingungen für richtige Bilder und Definition der vorkommenden Bildfehler, im vierten die Berechnung einer Linse und die Diskussion ihrer Bildfehler, sowie endlich im fünften die Berechnung von Linsenkombinationen und die Aufhebung der Bildfehler.

E. Mascart. Traité d'optique. Tome I. Paris, Gauthiers-Villars. M. 16,00.

H. P. Babbage. Calculating engines, their history and construction. London, Spons. M. 21,00.

A. Czógler. Dimensionen und absolute Maasse der physikalischen Grössen. Leipzig. M. 3,60.

A. zur Megede. Wie fertigt man technische Zeichnungen? Berlin. M. 1,50.

Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen. Herausg. v. d. Mühlhauser Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen. 42 Tafeln mit deutsch-engl.-franz. Text. Mühlhausen. M. 8,00.

E. Wetzel. Kleines Lehrbuch der astronomischen Geographie. Bielefeld 1889. M. 2,00.

C. E. Guillaume. Traité pratique de la thermométrie de précision. Paris. M. 10,00.

C. Kampmann. Die Dekorirung des Flachglases durch Aetzen und Anwendung chemigraphischer Reproduktionsarten für diesen Zweck. Halle 1889. M. 4,00.

H. Homann. Das Gewichtsalkoholometer und seine Anwendung. Mit einer Einleitung von Direktor Dr. Loewenherz. Berlin. Julius Springer. M. 1,40.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. Oktober 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Die Sitzung war einer vorläufigen Berichterstattung über den ersten deutschen Mechanikertag gewidmet. Der officielle Bericht über die Verhandlungen wird im nächsten Hefte zum Abdrucke gelangen. In eine Erörterung der einzelnen Beschlüsse wird die Gesellschaft in ihren nächsten Sitzungen eintreten. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M.

Die obengenannte Lehranstalt, über deren Programm wir S. 152 dieses Jahrganges unseren Lesern eingehend Mittheilung gemacht haben, beginnt mit dem 24. Oktober d. J. ihren zweiten Kursus.

Die Lehranstalt bezweckt, jungen Leuten, welche ihre Lehrzeit in einer mechanischen Werkstatt vollendet haben, eine theoretische und praktische Bildung in der Elektrotechnik zu geben, welche sie befähigen soll, als Monteure, Werkmeister u. dergl. in elektrotechnischen Fabriken, grösseren Lichtbetrieben u. s. w. ihr Fortkommen zu finden. Auch Solchen, welche später die Absicht oder Gelegenheit haben, kleinere mechanisch-elektrotechnische Geschäfte selbständig zu betreiben, wird das erworbene Wissen und Können werthvolle Vortheile bieten. Für die Zwecke der Lehranstalt ist eine reiche Sammlung von Instrumenten, Apparaten und Maschinen neuester Konstruktion vorhanden, und das Instrumentarium der elektrotechnischen Untersuchungsanstalt des Physikalischen Vereins bietet strebsamen Leuten, welche eine längere Zeit auf ihre Ausbildung verwenden können, Gelegenheit, sich über feinere Messinstrumente und Messmethoden zu unterrichten.

Der Lehrkursus für Schüler hat die Dauer eines Halbjahres; das Honorar hierfür be-

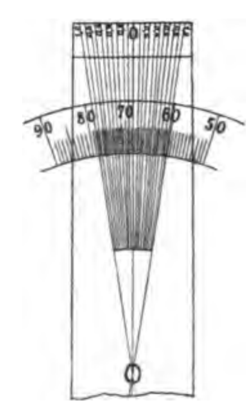
trägt 100 Mark; einzelne Vorlesungen können auch von Hospitanten besucht werden. Anmeldungen sind an Herrn Dr. H. Rössler, Vorsitzenden des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. zu richten.

(Der Druck der Verhandlungen des ersten deutschen Mechanikertages hat leider eine Verzögerung erlitten. Der Vorstand des Mechanikertages hat, um ganz sicheres Material zu bieten, die in Heidelberg mitgetheilten Zolltarife noch einer amtlichen Prüfung unterziehen lassen, die bis jetzt noch nicht abgeschlossen ist. Da die Zollfrage einen wichtigen Theil der Heidelberger Berathungen bildet, hat sich daher der Vorstand entschlossen, die „Verhandlungen" erst im nächsten Hefte dieser Zeitschrift zu veröffentlichen. D. Red.)

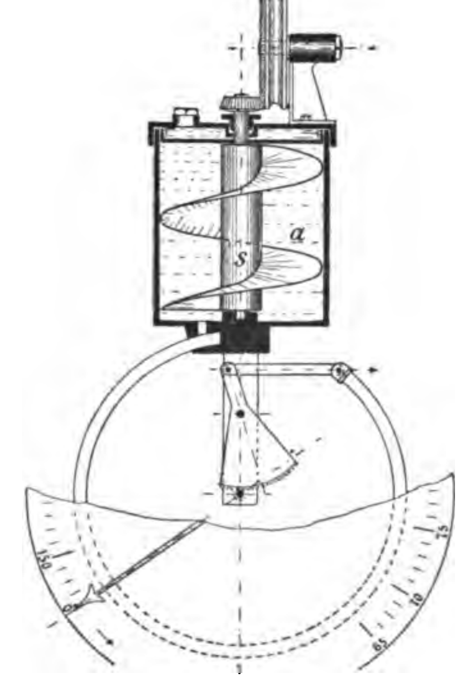
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Durchsichtiger Winkelnonius für Zeigermessinstrumente. Von Raess in Neustadt, Odenwald. No. 46695 vom 28. Juni 1888.



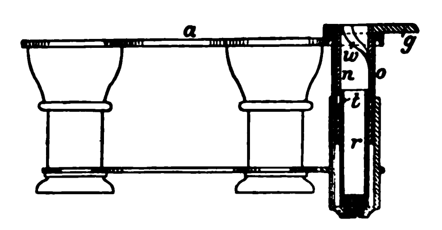
Der durchsichtige Winkelnonius dient zum Gebrauch bei Zeigermessinstrumenten (Aneroiden, Bussolen u. s. w.) verschiedener Art und Grösse. Der Apparat hat die Gestalt eines Lineals und ist mit der Bezeichnung des Skalenmittelpunktes versehen. Zum Zweck der Ablesung wird der Nonius auf das Messinstrument so gelegt, dass der genannte Punkt und der Zifferblattmittelpunkt des Instruments sich decken (s. d. Figur).



Geschwindigkeitsanzeiger für Maschinen. Von W. Galetschky in Berlin. No. 46701 vom 3. Oktober 1888.

Dieser Geschwindigkeitsanzeiger besteht im Wesentlichen aus einer durch die Maschine, deren Geschwindigkeit bestimmt werden soll, angetriebenen Schraube *s*, welche bei ihrer Drehung in dem mit einer beliebigen Flüssigkeit angefüllten Gefäss *a* Druckänderungen hervorruft, die durch ein unmittelbar an *a* sich anschliessendes Bourdon-Manometer in üblicher Weise angezeigt werden.

Vorrichtung zum Oeffnen und Schliessen von Operngläsern durch einen Handgriff. Von G. Holle in Philadelphia, V. St. A. No. 46734 vom 17. Aug. 1888.



Um Operngläser durch einen Halter (Handgriff) *g* bequem und schnell einstellen und zusammenschieben zu können, ist mit diesem die mit schraubengangförmiger Nut *w* versehene Hülse *n* fest verbunden, die in *o* drehbar ist. In die Nut *w* greift ein an dem Cylinder *r*, welcher mit dem Okular in fester Verbindung steht, angebrachter Stift *t*. Vermöge dieser Einrichtung schieben sich, wenn der Halter *g* nach *a* herumgeklappt wird, die Röhren des Opernglases zusammen, im entgegengesetzten Fall auseinander.

Verbindung der Elektroden einer galvanischen Batterie unter einander und mit der Leitung. Von Th. Coad in London. No. 46911 vom 20. Juli 1888.

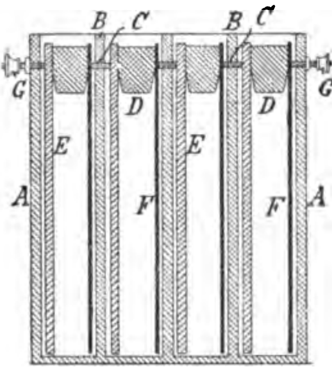
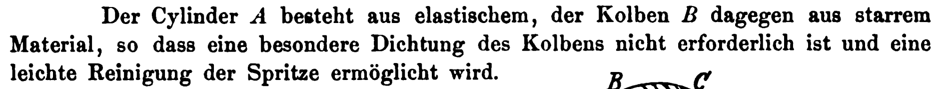


Fig. 1.

Fig. 2.

Um die Verbindung der Elektroden unter einander und mit der Leitung möglichst einfach und schnell herstellen und wieder lösen zu können, sind in die Wandungen *A* (Fig. 1) und Scheidewände *B* des aus isolirendem Material bestehenden Batteriekastens Schraubenstifte *C* aus Platin eingeschraubt, gegen welche die Kohlenplatten *E* und Zinkplatten *F* durch isolirende Keilstücke *D* angepresst werden. *G* sind die Klemmschrauben zum Anschluss der Poldrähte. An Stelle der Stifte *C* und Keilstücke *D* können auch gebogene Blechstücke *H* (Fig. 2), welche auf den Behälterwänden reiten, und elastische Spangen *M* aus Isolirmaterial zur Anwendung kommen.

Subkutanspritze mit elastischem Cylinder. Von G. Walcher in Stuttgart. No. 47086 vom 3. August 1888.



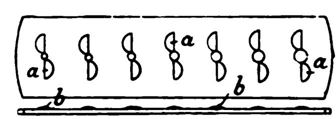
Der Cylinder *A* besteht aus elastischem, der Kolben *B* dagegen aus starrem Material, so dass eine besondere Dichtung des Kolbens nicht erforderlich ist und eine leichte Reinigung der Spritze ermöglicht wird.

Parallelschraubstock. Von G. Hövelmann in Barmen. No. 46790 vom 24. Juni 1888.

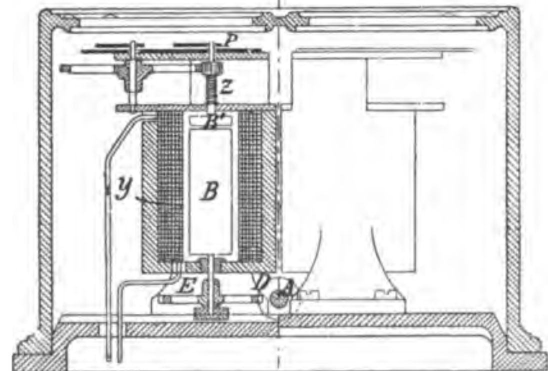
Der Lagerkörper *A* des Schraubstocks ist mit einer Laufbahn *a* und einer Zahnstange *z* versehen, um die Backe *C* mit den beiden Gleitflanken *e* und *e'* vermittels des excentrischen Bolzens *c* nebst gezahntem Schliessstück *S* auf der Laufbahn *a* in verschiedenen Lagen festspannen und dann die Vorderbacke *B* nachschrauben zu können.

Zapfenfräse aus Stahlblech. Von R. Gäbel in Dresden. No. 46961 vom 4. August 1888.

Die aus Stahlblech gefertigte Zapfenfräse ist mit zwei in das Zapfenloch einlaufenden Spanlöchern *a* und mit gehobenen Schneidkanten *b* versehen.



Zeitmesser für Elektricitätsverbrauch. Von Siemens Brothers & Co., Lim., in London. No. 46925 vom 26. September 1888.

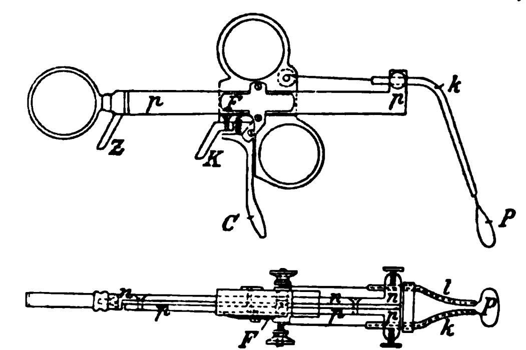


Der Apparat dient zur Registrirung der Zeitabschnitte, während welcher ein elektrischer Strom den Stromkreis einer Stromverbrauchsstelle oder einer Gruppe mehrerer solcher durchflossen hat. In jeden solchen Stromkreis oder in eine Nebenleitung desselben ist eine Spule *y* eingeschaltet, innerhalb deren sich ein durch ein Uhrwerk dauernd bewegter Eisenkern *B* dreht. Nahe über dem oberen Ende dieses Kernes ist eine von einer Spiralfeder *z* getragene Eisenscheibe *B'* drehbar angeordnet, welche einen Zeiger *P* und das erste Zahnrad eines Zeigerwerkes trägt. Sobald Strom durch den Stromkreis fliesst, wird der Kern *B* durch die Spule *y* magnetisirt, zieht die Scheibe *B'* an und nimmt dieselbe mit, so dass sich das Zählwerk

während des Stromdurchganges bewegt. Nach Unterbrechung des Stromes hebt Feder z die Scheibe B' ab und das Zählwerk bleibt stehen, während der Kern B sich weiter dreht. Mehrere solche Apparate können von einem gemeinsamen Uhrwerk mittels Welle A, Schnecken D und Schneckenräder E in Thätigkeit gesetzt werden.

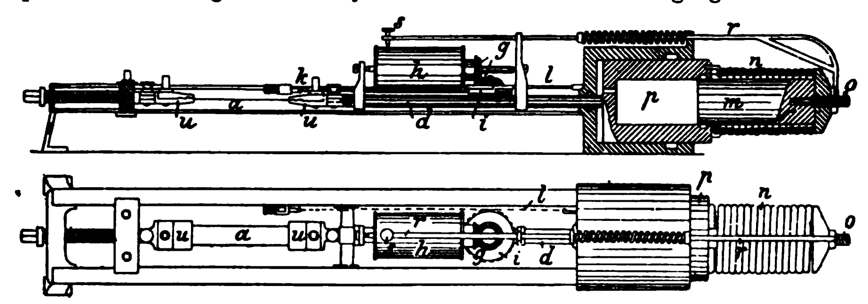
Galvanokaustische Schneideschlinge. Von G. Hirschmann in Berlin. No. 46856 vom 10. Juli 1888.

Der Hebel C ist leitend mit der auf der Metallschiene p gleitenden Feder F verbunden und leitet, wenn er durch einen Fingerdruck mit der Stromzuleitung K in Verbindung gebracht worden ist, den Strom durch F zu der Metallschiene p. In Folge dessen geht der Strom von K aus über $CFpk$ durch die Platinaschlinge P und über l und n nach Z, von wo er zur Elektricitätsquelle zurückgeleitet wird. Auf die Weise wird die Schneideschlinge P in Glut versetzt.



Zugfestigkeitsprüfer mittels Flüssigkeitsdruckes nebst Anzeigevorrichtung. Von O. Leuner in Dresden. No. 47007 vom 31. Juli 1888.

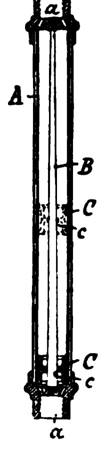
Die Anspannung des zwischen den Klemmen u eingespannten Prüfstücks a erfolgt durch Verschiebung des Kolbens m mittels der Schraube o oder durch Zuführung einer Druckflüssigkeit mittels eines Pumpwerks. In beiden Fällen wird dadurch, entsprechend der Dehnung des Prüfstücks, eine Verschiebung des Kolbens p, mit dessen Stange d eine der Klemmen verbunden ist, und entsprechend dem aufgewendeten hydraulischen Druck eine Bewegung der Messfeder n veranlasst.



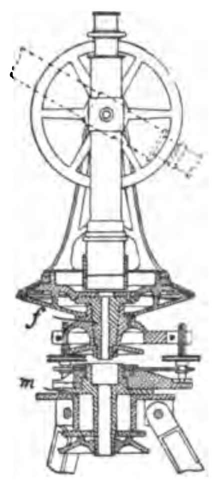
An der Bewegung der letzteren nimmt der den Schreibstift s tragende Stab r Theil, während die Verschiebung des Kolbens p eine Drehung der Papiertrommel h bewirkt, welche auf der Kolbenstange d gelagert ist und ihren Antrieb mit Hilfe der konischen Räder g, der Scheibe i und der einerseits an letzterer, andererseits am Gestell befestigten Stahlbänder k und l erhält.

Es kommt somit ein Diagramm zu Stande, dessen Abscissen die Dehnung, dessen Ordinaten die Zugkraft darstellen.

Messvorrichtung für tropfbare und gasförmige Flüssigkeiten. Von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh. No. 47030 vom 31. Oktober 1888.



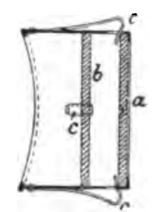
Eine cylindrische Röhre A aus durchsichtigem Material wird oben und unten mit Fassungen a versehen, welche vermittels einer durch die Röhre gehenden konischen und sich nach oben verjüngenden Stange B verbunden werden. Auf derselben gleitet ein Schwimmer C, welcher von der inneren Rohrwandung leicht beweglich geführt wird, und dessen mittlere Oeffnung c von der konischen Verbindungsstange je nach der Höhenlage des Schwimmers mehr oder weniger verengt wird. Lässt man nun in den Apparat ein Gas eintreten, so wird der Schwimmer je nach dem Druck des ersteren eine höhere oder tiefere Lage einnehmen, d. h. es wird mehr oder weniger Gas durch die mittlere Oeffnung c hindurch gehen. An einer auf der Röhre angebrachten, empirisch festgestellten Skale können die durchgehenden Gasmengen abgelesen werden.

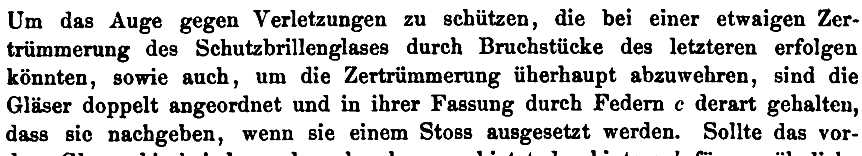


Einrichtung an Theodoliten zur centrischen Aufstellung derselben. Von Dennert & Pape in Altona. No. 47061 vom 13. November 1888.

Theodolit und Stativ sind so eingerichtet, dass, wenn das durchschlagbare Fernrohr mit dem Objektiv nach unten senkrecht gestellt ist, was mit Hilfe des Höhenkreises bewirkt wird, der Durchsicht nach dem Punkt, über welchem der Theodolit aufgestellt werden soll, kein Hinderniss im Wege steht. Die Vertikalaxe *f* und das Verbindungsstück *m* sind zu diesem Zwecke durchbohrt. Bei der Aufstellung wird, nachdem die Vertikalaxe des Theodolits senkrecht eingerichtet worden ist, das Stück *m* bezw. der Theodolit so auf der Stativplatte verschoben, dass das Bild des betreffenden Punktes und das Fadenkreuz sich decken, wobei zur bequemeren Beobachtung auf das Okular ein Prisma aufgelegt oder in das Fernrohr ein gebrochenes Okular eingesetzt werden kann.

Schutzbrille mit doppelten, elastisch befestigten Gläsern. Von K. W. Müller in Eberswalde. No. 47124 vom 11. Oktober 1888.





Um das Auge gegen Verletzungen zu schützen, die bei einer etwaigen Zertrümmerung des Schutzbrillenglases durch Bruchstücke des letzteren erfolgen könnten, sowie auch, um die Zertrümmerung überhaupt abzuwehren, sind die Gläser doppelt angeordnet und in ihrer Fassung durch Federn *c* derart gehalten, dass sie nachgeben, wenn sie einem Stoss ausgesetzt werden. Sollte das vordere Glas *a* hierbei dennoch zerbrechen, so bietet das hintere *b* für gewöhnliche Fälle noch hinreichende Sicherheit.

Entfernungsmesser und Zielvorrichtung. Von H. C. Walker und H. C. Heffer in London. No. 46164 vom 8. April 1888.

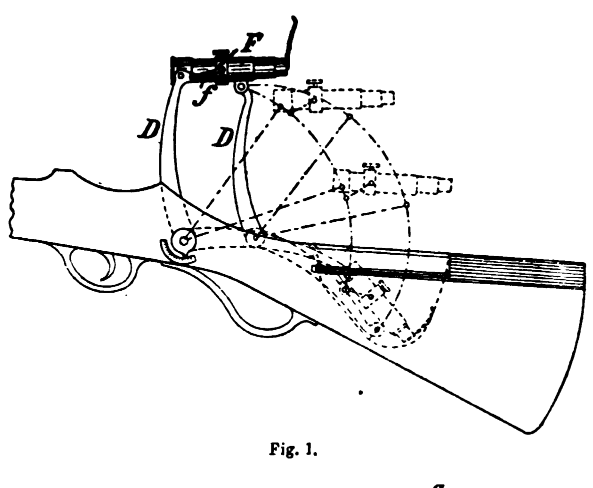


Fig. 1.

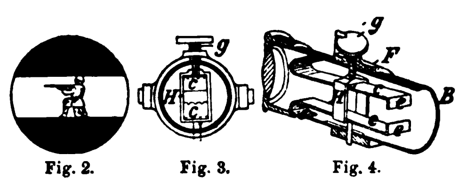


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

In einem Fernrohr *F* sind zwei federnde Platten *c* angebracht, deren vorn rechtwinklig abgebogene Enden *e* durch Verschieben des Ringes *F*, mit welchem der Rahmen *H* (Fig. 3 u. 4) verbunden ist, derart eingestellt werden, dass sie den Gegenstand, dessen Entfernung bestimmt werden soll, genau zwischen sich fassen, wie Fig. 2 darstellt. Die hierzu nöthige Bewegung giebt das Maass der Entfernung, wobei vorausgesetzt ist, dass die Höhe eines Gegenstandes bekannt sei.

Um das Instrument für verschieden hohe Objekte benutzen zu können, sind die Platten auch noch durch die Schraube *g* stellbar, welche zwei Gewinde von verschiedener Ganghöhe trägt. Das untere Gewinde, doppelt so steil als das obere, greift in den Rahmen *H*, so dass die Platten *c* gleichmässig sich bewegen. Als Zielvorrichtung dient der Entfernungsmesser, wenn derselbe in der aus Fig. 1 ersichtlichen Weise mit dem Gewehr verbunden wird, in welchem Falle die Bewegung des Ringes *F* durch *f* geschieht und das Zielgeschäft sich darauf beschränkt, die Arme *D* so einzustellen, dass die Plattenenden *e* das Ziel zwischen sich fassen, wie beim Messen der Entfernung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **November 1889.** Elftes Heft.

Verhandlungen
des ersten deutschen Mechanikertages zu Heidelberg
in der Zeit vom 15. bis 17. September 1889.[1])

Eröffnungssitzung. Vorsitzender: Herr H. Haensch-Berlin. Stellvertr. Vorsitzender: Herr Sickler-Karlsruhe. Anwesend: In Vertretung der Stadt Heidelberg Herr Bürgermeister Dr. Waltz.

Herr Haensch als Vorsitzender des einberufenden Ausschusses, eröffnet die Sitzung mit einer Begrüssung der — in der Anzahl von etwa 70 — erschienenen Theilnehmer und Gäste. Der Vorsitzende giebt einen kurzen Ueberblick über die Entwicklung der mechanischen Kunst in den letzten Jahrzehnten; er erinnert an die Begründung der ersten Vereinigung deutscher Mechaniker, an den Fachverein Berliner Mechaniker und an die aus ihm entstandene Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Der Redner führt weiter aus, wie die mit den Naturforscherversammlungen verbundenen Ausstellungen wissenschaftlicher Instrumente und Apparate viele Mechaniker und Optiker veranlassten, alljährlich diese Versammlungen zu besuchen, und dass bei diesen Gelegenheiten der Mangel einer anerkannten Vertretung seit lange schmerzlich empfunden wurde; aus diesem Empfinden heraus sei sowohl, dank dem Entgegenkommen des Vorstandes der Naturforscherversammlung, eine neue Abtheilung für Instrumentenkunde in's Leben gerufen, die in diesem Jahre zum ersten Male tage, als auch der Gedanke eines deutschen Mechanikertages entstanden, dessen erste Sitzung er hiermit eröffne und dessen Berathungen er bestes Gedeihen wünsche.

Herr Bürgermeister Dr. Waltz begrüsst sodann im Namen der Stadt Heidelberg die Versammlung; er erinnert an die grossen Männer Heidelberg's, die im Laufe des Jahrhunderts durch ihre grossen Entdeckungen die Blüthe der deutschen Mechanik angebahnt und befördert haben, und drückt im Namen der Stadt seine Freude aus, dass der erste deutsche Mechanikertag seine Sitzungen in Heidelberg abhalte.

Herr Direktor Dr. Loewenherz-Charlottenburg spricht Herrn Bürgermeister Dr. Waltz den Dank der Versammlung für die herzliche Begrüssung und Aufnahme der Stadt Heidelberg aus.

---

[1]) Die nachfolgenden Verhandlungen werden vom Vorstande des deutschen Mechanikertages veröffentlicht. Einige der in Heidelberg gegebenen Referate haben inzwischen seitens der Berichterstatter Erweiterungen erfahren und werden in dieser Form mitgetheilt. Den Verhandlungen eines jeden Berathungsgegenstandes sind kurze Berichte über die seitdem erfolgten Schritte zur Ausführung der Heidelberger Beschlüsse in Kursivschrift angefügt worden; ein Inhaltsverzeichniss der Verhandlungen findet sich am Schlusse derselben.

Der Vorsitzende schreitet sodann zur Bildung des Bureaus. Es werden als Vorsitzende gewählt für den ersten Tag die Herren Haensch und Sickler, für den Vormittag des zweiten Tages die Herren Dr. Krüss und Prof. Abbe, für den Nachmittag Direktor Loewenherz und Jung. Als Schriftführer werden die Herren Dr. Westphal, Dr. Czapski, Dr. Rohrbeck und Hirschmann gewählt.

Zur Feststellung der endgiltigen Tagesordnung verliest der Vorsitzende den vorläufigen Entwurf derselben. Herr Direktor Loewenherz wünscht, die Organisation von Fachschulen für Mechaniker, im Anschluss an den Lehrplan der Berliner Schule, auf die Tagesordnung gesetzt zu sehen. Die Versammlung beschliesst dem Antrage gemäss und setzt auf Wunsch des Herrn Dr. Krüss-Hamburg den Gegenstand an die Spitze des Programmes der Nachmittagssitzung des zweiten Tages.

Zum nächsten Punkt der Tagesordnung, Organisation der Mechanikertage, nimmt als Referent Herr Jung-Heidelberg das Wort. Der Referent ist nicht dafür, in den einzelnen Städten der deutschen Staaten kleine Ortsgruppen zu bilden und diese zu einem grossen deutschen Mechanikertage zu vereinigen. Ebensowenig hält Redner die bisherige Organisation der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik für ausreichend, namentlich für die ausserhalb Berlins wohnenden Mechaniker, die nur durch die Zeitschrift für Instrumentenkunde Nachricht von den Verhandlungen dieser in Berlin tagenden Gesellschaft erhalten. Referent glaubt, dass sich die Begründung eines ständigen deutschen Mechanikertages empfehle, dessen Organ die Zeitschrift für Instrumentenkunde sein würde, deren Redakteur gleichzeitig als Sekretär des Mechanikertages zu fungiren, die Korrespondenz mit den Mitgliedern zu unterhalten, die Vorlagen für die Sitzungen vorzubereiten, sowie die Vertretung den Behörden gegenüber zu übernehmen habe. Der Redner spricht dann in kurzen Worten über den wichtigsten Gegenstand der Berathungen des ersten deutschen Mechanikertages, die Lehrlings- und Gehilfenfrage; er erinnert an die Bedeutsamkeit dieser Frage für die Zukunft der mechanischen Kunst und hofft, dass die ernstlichen Bestrebungen der deutschen Mechaniker zu einem gedeihlichen Resultate führen werden. Als Vorsitzender des Orts-Ausschusses heisst endlich der Redner die Versammlung in Heidelberg herzlich willkommen.

Als zweiter Berichterstatter spricht Herr Dr. Rohrbeck-Berlin die Hoffnung aus, dass die Anbahnung gemeinsamer Berathungen und gemeinschaftlichen Handelns der Entwicklung der Mechanik und Optik in Zukunft den grössten Vortheil bringen müsse und werde, und dass ein solches Vorgehen auch dem kleinlichen Interessengeiste gegenüber günstig wirken werde. Der Redner hält es für wünschenswerth, in denjenigen grösseren deutschen Städten, in welchen dies möglich sei, Ortsgruppen zu bilden; er glaubt, dass die Berathungen und Verhandlungen dieser Gruppen oder Bezirksvereine die Arbeiten der gemeinsamen Mechanikertage am besten vorbereiten würden, dass sie geeignet wären, darauf hinzuweisen, welche wissenschaftlichen, technischen und wirthschaftlichen Angelegenheiten zu bearbeiten seien und nach welcher Richtung dies zu geschehen habe.

Herr Dr. Krüss glaubt, dass die sich scheinbar entgegenstehenden Ansichten der beiden Herren Vorredner im Grunde sich berührten; er glaubt, dass einerseits die von Herrn Dr. Rohrbeck gewünschten Bezirksvereine geeignet seien, dem von Herrn Jung betonten bisher naturgemäss vorhandenen Einflusse der Berliner Mechaniker und Optiker die Arbeit auch der übrigen deutschen Fachgenossen an die Seite zu stellen, dass andererseits der von Herrn Jung gewünschte Geschäftsführer nothwendig sei, um den von Herrn Rohrbeck gewollten Bezirksvereinen

einen gemeinsamen Mittelpunkt zu geben. Der Redner ist indess nicht der Ansicht, dass diese Frage heute erledigt werden könne, und beantragt daher die Einsetzung einer Kommission zur weiteren Berathung der Angelegenheit.

Herr Sickler unterstützt diesen Antrag.

Herr Jung betont, dass er das bisherige Ueberwiegen der Berliner Mechaniker und Optiker für naturgemäss halte, dass er aber andererseits wünsche, den in den anderen deutschen Städten wohnenden Mechanikern grössere Mitwirkung an der gemeinsamen Arbeit zu sichern, und dass er zu diesem Zwecke zunächst die Bildung eines ständigen grossen Mechanikertages wünsche; die in derselben Stadt wohnenden Mitglieder dieser grossen Vereinigung würden sich dann schon von selbst zu gemeinsamem Wirken vereinigen. Redner wünscht, dass die Kollegen aus den verschiedenen deutschen Städten sich hierüber äussern.

Herr Direktor Loewenherz unterstützt den zuletzt geäusserten Wunsch.

Herr Prof. Abbe-Jena wünscht die Frage einer Vereinsbildung der deutschen Mechaniker von derjenigen der Mechaniker*tage* getrennt behandelt zu wissen. Redner beantragt die Einsetzung einer Kommission, welche sowohl die Organisation der Mechaniker*tage*, wie den weiteren Ausbau der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in Erwägung zu ziehen hätte.

Herr Direktor Loewenherz hält eine Organisation der Mechaniker*tage* nicht für möglich ohne einen gleichzeitigen Ausbau der bisherigen Vereinigung, und letzteres nicht ohne die Einrichtung von Bezirksvereinen, die sich allerdings nicht auf kleinere oder grössere Städte zu beschränken, sondern über ganze Bezirke, Provinzen oder Staaten auszudehnen hätten.

Herr Tesdorpf-Stuttgart drückt zunächst der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik seinen Dank aus für das, was sie bisher gethan hat; er glaubt, dass sich die Bildung einer gemeinsamen Vereinigung an diese Gesellschaft anzulehnen habe. Die Abhaltung von Mechaniker*tagen* beantragt Redner nicht in zu grossen Zwischenräumen, nicht etwa alle zwei Jahre oder noch seltener, sondern jährlich im Anschluss an die deutsche Naturforscherversammlung.

Herr Dr. Krieg-Magdeburg wünscht vorläufig von der Bildung von Bezirksvereinen und einer Zusammenfassung derselben zu einer grösseren Vereinigung, in welcher nur Arbeitgeber und nicht Arbeitnehmer vertreten seien, abzusehen, er hält es für besser, die Meinungen sich hierüber erst klären zu lassen, und es vorläufig bei der Abhaltung von Mechaniker*tagen* bewenden zu lassen. Die Berathungen derselben würden von selbst zu einer gemeinsamen Vereinigung führen.

Der Vorsitzende Herr Haensch weist darauf hin, dass ohne eine gemeinsame Vereinigung die nothwendige Organisation für die Einberufung der Mechaniker*tage* fehle; anschliessend an eine Bemerkung des Vorredners bemerkt der Vorsitzende, dass den selbständigen Mechanikern die Theilnahme der Gehilfen an den Mechaniker*tagen* sehr erwünscht sei, wie ja auch Vertreter des Mechanikerverbandes anwesend seien.

Herr Taege-Berlin erklärt, dass er als Vertreter des Vereins Berliner Mechaniker (Mechanikergehilfen) zugegen sei.

Zur faktischen Berichtigung erklärt Herr Dr. Krieg, dass die Einberufung der Mechanikertage sich sehr wohl ermöglichen lasse ohne eine feste gemeinsame Vereinigung; wenn die Vorbereitungen nicht in Berlin gemacht würden, so würde dies in anderen Städten geschehen können; der Redner erinnert hierbei an das Beispiel der Naturforscherversammlungen.

Der Vorsitzende erwidert hierauf, dass dann immer auf die bisher einzige organisirte Vertretung der deutschen Mechaniker, die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, zurückgegriffen werden müsse, die ihren Sitz in Berlin habe und bisher die Vorbereitung freiwillig übernommen habe.

Herr Prof. Abbe weist nochmals darauf hin, dass es sich empfehle, die beiden Fragen eines grossen deutschen Vereins und die der Mechanikertage dauernd in der Diskussion auseinander zu halten.

Herr Wanke-Osnabrück sieht in den Mechanikertagen die Wanderversammlungen einer grossen Vereinigung der deutschen Mechaniker und ist der Ansicht, dass beide Fragen sich nicht trennen lassen.

Herr Direktor Loewenherz erinnert Herrn Dr. Krieg daran, dass die Aufgaben der Naturforscherversammlung ganz andere seien als diejenigen eines deutschen Mechanikertages, dass aber auch die Naturforscherversammlung daran gehe, sich eine feste ständige Organisation zu schaffen.

Herr Dr. Krieg erwidert hierauf, dass er auch die Bildung einer gemeinsamen deutschen Organisation wünsche, dieselbe aber zunächst noch vertagt und vorerst nur Mechanikertage einberufen sehen möchte.

Die Diskussion wird geschlossen und zur Abstimmung geschritten.

Herr Dr. Krieg zieht seinen Antrag zu Gunsten desjenigen des Herrn Tesdorpf zurück. Der Antrag des Herrn Tesdorpf, die Mechanikertage alljährlich stattfinden zu lassen, wird hierauf einstimmig angenommen.

Desgleichen der Antrag der Herren Krüss und Abbe, eine Kommission von sieben Mitgliedern zur Vorbereitung einer gemeinsamen deutschen Mechanikervereinigung sowie der Mechanikertage zu wählen.

Es werden gewählt, mit dem Rechte der Zuwahl, die Herren Fein-Stuttgart, Hartmann-Frankfurt, Jung-Heidelberg, Krüss-Hamburg, Sartorius-Göttingen, Sickler-Karlsruhe und Werners-Köln.

Die Kommission hat bereits in Heidelberg eine Sitzung abgehalten; sie war einstimmig der Ansicht, dass die Bildung von Bezirksvereinen zur Zeit noch wenig aussichtsvoll erscheine; man müsse von dem Abhalten der Mechanikertage eine erspriessliche Förderung des Sinnes für gemeinsames Arbeiten unter den Mechanikern erwarten; inzwischen möge der Vorstand des Mechanikertages jedoch die Begründung von Zweigvereinen stetig im Auge behalten und zu fördern suchen; im Besonderen möge er die Einladungen zu den Mechanikertagen nicht auf die Mitglieder der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik und die Aussteller bei den Naturforscherversammlungen beschränken, sondern in die weitesten Kreise versenden.

Zweite Sitzung. Montag, den 16. September 1889, Vormittags. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss-Hamburg. Stellvertr. Vorsitzender: Herr Prof. Abbe-Jena.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung mit folgender Ansprache:

Hochverehrte Versammlung! Ich eröffne hiermit die erste Geschäftssitzung des ersten deutschen Mechanikertages mit dem Wunsche und der Hoffnung, dass die uns bevorstehenden Verhandlungen von erspriesslichem Nutzen sein möchten. Allerdings dürfen wir uns nicht verhehlen, dass Alles, was wir bei dieser unserer ersten Zusammenkunft erreichen können, nur dazu bestimmt sein kann, Anregung zu geben und zu empfangen. Wenn unsere Verhandlungen dahin führen, dass wir eine Reihe von Punkten als solche erkennen, deren Lösung im Interesse der Hebung der mechanischen Kunst und Industrie liegt, sowie dass diese Lösung nur durch

gemeinsame Thätigkeit aller Kollegen erreicht werden kann, so werden sich auch diejenigen bewogen fühlen, sich künftig an der gemeinsamen Arbeit zu betheiligen, welche bisher derselben fern gestanden haben. Wenn der erste deutsche Mechanikertag nur dieses Ergebniss gegenseitiger Anregung zur Folge haben sollte, würde schon ein erfreuliches Resultat erzielt sein. Als erstem Redner ertheile ich Herrn Hirschmann-Berlin das Wort über: Die Sicherung günstiger Zollverhältnisse für die in das Ausland auszuführenden wissenschaftlichen Instrumente.

Herr Hirschmann: Es ist von Seiten der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik angeregt worden, dass die deutsche Reichsregierung auf die Zollverhältnisse bei der Ausfuhr wissenschaftlicher Instrumente in das Ausland aufmerksam gemacht und bei ihr der Antrag gestellt werden möchte, bei Abschliessung künftiger Handelsverträge die besonderen Verhältnisse der Mechanik und Optik zu berücksichtigen. Wenn aber ein solcher Antrag Berücksichtigung finden soll, so muss er gut motivirt und durch reichhaltiges Material klar gelegt sein, damit auch denjenigen, welche der Mechanik und Optik fern stehen, ein Verständniss für unsere Wünsche vermittelt wird.

Es wird sich zunächst darum handeln, dass man Erkundigungen darüber einzieht, wie unsere Fabrikate in die Zolltarife anderer Länder eingeordnet sind. Dann wäre zu untersuchen, ob für die Materialien, welche wir vom Ausland beziehen müssen, verschieden hohe Eingangszölle bezahlt werden, d. h. ob wir für Rohmaterialien und Halbfabrikate höhere Zölle bezahlen müssen als für fertige Instrumente. Wenn es sich dann herausstellt, dass wir mehr belastet sind, als unsere Konkurrenz im Ausland, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn unsere deutschen Abnehmer mit ihren Aufträgen zurückhalten und vielleicht direkt im Auslande kaufen, denn die Zahl derjenigen Käufer, welche nicht auf die Höhe des Preises sehen, ist nicht gross. (Die im Anhang dieser Verhandlungen abgedruckte, von Herrn Dr. H. Homann begonnene und von Herrn R. Steffens, Bureauvorsteher der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt fortgesetzte und in umfassendster Weise erweiterte Zusammenstellung giebt ein übersichtliches Bild der einschlägigen Zollverhältnisse. D. Red.)

Die Zölle für wissenschaftliche Instrumente sind im Allgemeinen nicht bedeutend und der Zolltarif vieler unserer Nachbarländer sagt: „Wissenschaftliche Instrumente sind frei, soweit sie zu wissenschaftlichen Zwecken bezogen werden.“ Hierunter sind aber nur solche Instrumente gemeint, welche zu wissenschaftlichen Zwecken in Universitäten, Kliniken u. dgl. verwendet werden. Werden solche Instrumente aber an Privatpersonen geliefert, so verlangt die Zollbehörde den Zoll, da sie in diesem Falle nicht anerkennt, dass die Instrumente zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmt sind.

In allen Tarifen heisst es nun weiter: „Jeder Artikel, der nicht im Tarif steht, hat einen Werthzoll zu zahlen.“ Nun sind die physikalischen u. s. w. Instrumente wohl im Tarif aufgeführt, aber es giebt darunter manche, die ein Zollbeamter nicht in denselben einreihen kann. Diese werden dann mit dem Werthzoll belegt, der meist recht erheblich ist.

Es wird sich also nicht nur darum handeln, eine Aenderung des jetzigen Zustandes herbeizuführen, sondern es würde sich gleichzeitig empfehlen, dass ein Verzeichniss aller exportfähigen Artikel der mechanischen Kunst hergestellt wird, damit an der Hand desselben die Tarife möglichst gut durchgearbeitet werden können. Die jetzigen Zollverhältnisse führen zu vielen Unzuträglichkeiten, die den Export

bedeutend erschweren, da durch die Artikelzusammenstellung in den Tarifen der Fabrikant vielfach gezwungen wird, die Sendungen unrichtig zu deklariren, oder die einzelnen Theile eines Instrumentes getrennt zu verschicken, um niedrigere Eingangszölle zu erzielen. So kommt es vor, dass Theile ganz verschiedener Instrumente zusammengepackt werden. Dass dies mühsam und nicht vortheilhaft ist, weiss Jeder, der in der Lage war, derartige Sendungen zu machen. Verschiedene Instrumente werden häufig als „feine Eisenwaare" deklarirt, damit sie in einigen Ländern zollfrei eingehen. Dies ist aber gewiss nicht reell und die Unannehmlichkeiten, die daraus entstehen, können höchst fatal sein. Italien ist augenblicklich für uns zum Export am geeignetsten. Im Jahre 1892 läuft aber der Handelsvertrag mit Italien ab, und es muss daher vorher dafür gesorgt werden, dass wir dann recht günstige Zollverhältnisse erreichen. Augenblicklich zahlen wir auf Grund des Meistbegünstigungsvertrags nur wenig Zoll für nach Italien gehende Instrumente. Das wird aber nicht mehr der Fall sein, wenn dieser Vertrag aufhört. Dann wird sich der Zoll für viele Sachen um 100, 200, ja bis zu 300% erhöhen.

Ich erlaube mir, meine Ausführungen in dem folgenden Antrage zusammenzufassen, um dessen Annahme ich Sie bitte:

„Der deutsche Mechanikertag beauftragt seinen Vorstand, den Herrn Reichskanzler zu ersuchen, dass bei Abschlüssen von Handelsverträgen die Interessen der deutschen Mechaniker und Optiker besondere Berücksichtigung erfahren."

Herr Haensch versteht den Antrag so, dass es sich um möglichst geringe Zölle handelt für die Einfuhr deutscher Fabrikate in fremde Länder, damit der Export aufrecht erhalten werden könne. Er würde dagegen stimmen, wenn es sich um die Erhöhung des Zolles auf fremde Fabrikate handelte; gegen fremde Eingänge würden sich die deutschen Mechaniker und Optiker schon von selbst wehren. Redner hat selbst viele Abnehmer in Oesterreich. Dort sind ganz merkwürdige Zollvorschriften in Geltung. So wird z. B. in Oesterreich rohes und angeschliffenes Glas mit 3 Gulden verzollt, während man für geschliffenes optisches Glas einen Zoll von 150 Gulden entrichten muss. Präcisionsinstrumente sollen ganz frei eingehen, dagegen zahlt man für optische Apparate einen Zoll von 400 Gulden pro 100 *kg*. Die Bestimmung, dass Präcisionsinstrumente zollfrei sind, ist bedeutungslos, da die österreichische Zollbehörde sämmtliche Instrumente mit einem Eingangszoll von 400 Gulden belegt. Es wäre daher sehr wünschenswerth, wenn die hohe Reichsregierung bei künftigen Verträgen mit Oesterreich hierauf ihr Augenmerk richtete.

Herr Prof. Abbe stellt zu dem Antrage das Amendement, dass nicht der Vorstand des deutschen Mechanikertages, sondern die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik die Sache in die Hand nimmt; denn der Vorstand des ersteren sei über ganz Deutschland zerstreut, so dass es äusserst schwierig wäre, die Herren zu einer Sitzung zusammenzubringen. Es bestände in der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik eine Korporation, deren Vorstand in Berlin ständig versammelt sei und man solle daher daran festhalten, dass alle Ausführungsmaassregeln dieser Korporation übertragen werden. Die Herren könnten sich ja durch Kooptation noch ergänzen.

Herr Direktor Loewenherz hat von der Sache eine andere Auffassung. Wenn der Vorstand der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik ein solches Gesuch einreicht, so wird man darunter nichts als eine Berliner Angelegenheit ver-

stehen, die hier gefördert werden soll. Es ist daher zweckmässiger, dass nicht der Vorstand dieser Gesellschaft, sondern der Vorstand des Mechanikertages mit der Ausarbeitung der Petition beauftragt werde. Die Arbeit kann in Berlin gemacht werden; den Entwurf den einzelnen Mitgliedern des Vorstandes zuzusenden, macht keine grosse Mühe. Es handelt sich hier um eine häufig vorkommende Angelegenheit, um eine Petition in Zollangelegenheiten, und gerade in diesen wird auch von anderen Interessentenkreisen der gleiche Weg betreten, den wir gehen wollen. Der Erfolg wird ein grösserer sein, wenn die Petition nicht blos von Berliner Herren unterschrieben wird.

Herr Prof. Abbe erkennt die Richtigkeit dieser Ausführungen an und zieht seinen Antrag zurück.

Herr Schmidt-Köln wünscht, dass man der Reichsregierung nähere Anhaltspunkte geben möchte, namentlich darüber, wie hoch der Eingangszoll im schlimmsten Falle sein dürte.

Der Vorsitzende erklärt, dass der Vorstand diesen Wunsch seiner Zeit bei Ausarbeitung der Petition in Erwägung ziehen werde. Er betrachtet es als selbstverständlich, dass bei einer solchen Petition alle Einzelheiten berücksichtigt werden und auf einzelne Beispiele hingewiesen wird.

Herr Haensch bittet Herrn Schmidt, das Material, welches er gewiss aus seiner Praxis besitze, dem Vorstande zu übermitteln, damit dieser es zu seinen Arbeiten verwenden könne. Ebenso würden auch andere Fachgenossen im Stande sein, den Vorstand mit Erfahrungen aus der Praxis zu unterstützen.

Der Vorsitzende verliest den Antrag Hirschmann nochmals und bringt denselben zur Abstimmung. Der Antrag wird einstimmig angenommen.

Der Vorstand des deutschen Mechanikertages hat beschlossen, zunächst Fragebogen an die deutschen Mechaniker und Optiker zu versenden, in welchen die Erfahrungen in Zollsachen vermerkt werden sollen. Auf Grund des sodann eingehenden, hoffentlich recht reichhaltigen Materials wird eine Petition an die hohe Reichsregierung ausgearbeitet werden. Der geeignete Zeitpunkt für Absendung derselben bleibt vorbehalten.

Es erhält nunmehr das Wort Herr Haensch über die Schwierigkeiten bei Beschaffung von Doppelspath:

Meine Herren! Es handelt sich hier um Doppelspath, das Material, welches von Optikern zu verschiedenen Zwecken verarbeitet wird. Also nicht alle Fachgenossen sind bei der Frage direkt interessirt, die Mechaniker nicht, aber gerade eine grosse Anzahl der anderen Kollegen, die Optiker, wünschen eine Beihilfe der Regierung bei Beschaffung dieses für sie so wichtigen Materials. Der Doppelspath, den wir verarbeiten, ist in den letzten Jahren so hoch im Preise gestiegen, dass es gar nicht mehr lange dauern wird, bis wir den zehnfachen, vielleicht zwanzigfachen Preis bezahlen müssen, wenn man ausgesuchte Stücke haben will. Nun hat in dieser Angelegenheit die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik schon im Jahre 1887 bei der Reichsregierung Schritte gethan und in einer Petition auf die grosse Gefahr hingewiesen, welche der Wissenschaft und auch manchen Gewerben, z. B. der Zuckerindustrie, durch den eingetretenen Mangel an Doppelspath droht; ferner hat sie in derselben gebeten, bei der dänischen Regierung — die Hauptfundorte des Doppelspaths liegen bekanntlich in Island — Erkundigungen über die Sache einzuholen. Die Reichsregierung hat die Sache der preussischen Re-

gierung zur Erledigung übergeben und seitens der letzteren ist ein eingehender Bericht über die einzelnen Fundstätten der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik übermittelt worden; in Anbetracht der nicht ungünstig liegenden Verhältnisse ist ein weiteres Eingreifen der Konsularbehörden vorläufig nicht für nothwendig gehalten worden. Der Bericht ist in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde 1888. S. 63* vollständig abgedruckt worden.

Seit dieser Zeit ist nun aber kein Spath wieder in den Handel gekommen, ebensowenig sind bestimmte Nachrichten von dem Agenten der dänischen Regierung in Kopenhagen, Herrn Struer, welcher für dieselbe den Spath früher verkauft hat, zu erlangen gewesen; das Einzige, was verlautet, ist, dass die dänische Regierung im Jahre 1891 eine Expedition auszurüsten beabsichtigt, um ein grösseres Quantum Spath zu gewinnen. Da inzwischen die Vorräthe in Doppelspath völlig erschöpft sind, so wird es in kurzer Zeit nicht mehr möglich sein, manche wissenschaftlichen Apparate und solche für industrielle Zwecke herstellen zu können. Es sind zwar Anerbietungen von einem Herrn eingelaufen, der sich erbot, aus Steiermark Spath zu beschaffen, aber nach näheren Erkundigungen handelt es sich um eine nicht ganz glaubhafte Quelle. Das Anerbieten ist daher *ad acta* gelegt worden.

Ich möchte wünschen, dass die hohe Reichsregierung auch dieser Sache sich annehme und stelle daher den folgenden Antrag:

„Der deutsche Mechanikertag, die Gefahr erkennend, in welcher die Optiker Deutschlands sich mit Rücksicht auf den Mangel an Doppelspath befinden — ersucht die deutsche Reichsregierung dringend, bei der dänischen Regierung Folgendes zu erwirken,

1) bestimmte Nachrichten, wann wieder die Gewinnung von Doppelspath zu erwarten ist,
2) eine Erklärung, ob bei einer Garantie der deutschen Optiker, ein gewisses Quantum des gewonnenen Doppelspathes zu übernehmen, eine Expedition nach Island beschleunigt würde,
3) eine Erklärung, ob die letzten von Herrn Professor Johnstrup ausgeworfenen Preise von Doppelspath für die Folge maassgebend sein werden, oder ob wieder billigere Preise zu erwarten sind.“

Herr Reuter-Homburg v. d. H. mahnt zur Vorsicht. Es sei fraglich, wenn sich die deutschen Optiker zur Abnahme eines bestimmten Quantums verpflichteten, ob dieser Spath auch wirklich für optische Zwecke brauchbar sei. Vor mehreren Jahren, bei einem Besuche in Kopenhagen, hat Redner bei Professor Johnstrup Spath gesehen, für den dieser einen Preis festgesetzt hatte. Dieser Spath war für mineralogische Zwecke ganz gut, aber für optische Apparate absolut nicht zu gebrauchen.

Herr Dr. Czapski-Jena beantragt im Anschluss hieran, zu Punkt 2 der Haensch'schen Anträge hinzuzusetzen: „Der Spath muss für optische Zwecke brauchbar sein, es ist wünschenswerth, dass bei Anfragen ein Stück Spath als Probe beigefügt wird, die Krystalle müssen klar und die Stücke genügend gross sein.“

Herr Haensch hat vor einigen Jahren eine Sammlung von Spath gesehen, in welcher viele hundert Stücke klassificirt waren. Die Gruppe *A* war ganz rein. Wenn die dänische Regierung bei der etwaigen Preisfestsetzung solche Abstufungen machte, könnten die Optiker damit zufrieden sein.

Herr Reuter schliesst sich dieser Ansicht an; er ist auch nur für die Uebernahme einer bestimmten Garantie, wenn man Abstufungen macht und man weiss,

welche Qualitäten man bekommt. Am besten wäre es wohl, Sachverständige zu Herrn Professor Johnstrup zu schicken.

Herr Direktor Loewenherz theilt mit, dass diese Angelegenheit auch in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zur Sprache gekommen sei; es wurde dort hervorgehoben, dass die Spath-Interessenten in der Sache bisher zu wenig gethan hätten. Nach einem Aufsatz in *„Himmel und Erde“* [1]) ist es in Island selbst nicht so schwierig, Kalkspath zu bekommen; es wäre nur nothwendig, dass man die dänische Regierung oder die isländischen Interessenten dazu anregte, dass sie Kalkspath weiter gewinnen. Nach dieser Publikation scheint es doch nicht so zu liegen, als wäre man allein auf die Vorräthe, die in Kopenhagen liegen, angewiesen. Auch bei Besprechung dieser Frage im Kuratorium der Reichsanstalt wurde die Meinung geäussert, die Spath-Interessenten sollten sich verpflichten, für einige Tausend Mark Kalkspath abzunehmen; dann würde es möglich sein, dieses Mineral weiter zu beschaffen. Darauf läuft auch der Antrag des Herrn Haensch hinaus; nur wäre es richtiger, geradezu zu sagen: „Wir nehmen jetzt oder später für so und so viel Tausend Mark, wenn die Krystalle gut und für unsere Zwecke brauchbar sind.“

Der Vorsitzende bringt die Anträge des Herrn Haensch mit dem Zusatzantrage des Herrn Dr. Czapski zur Abstimmung. Dieselben werden einstimmig angenommen.

Nach der durch den Vorstand des Mechanikertages in Kopenhagen eingezogenen Erkundigung ist zur Zeit eine Mitwirkung seitens der dänischen Regierung nicht zu erwarten. Da es sonach nöthig ist, zur Förderung der Angelegenheit direkte Schritte in Island zu thun, so wird beabsichtigt, sowohl mit der neuerdings begründeten „Isländischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft“, als mit dem Geologen Herrn Th. Thoroddsen in Reykjavik, der die einschlägigen Verhältnisse kennt, in Verbindung zu treten.

Auf Vorschlag des Vorsitzenden schreitet die Versammlung nunmehr zur Besprechung über die Anwendung der Unfallgesetze. Es erhält das Wort als Referent Herr J. Faerber-Berlin.

Herr Faerber: Meine Herren! Von dem vorbereitenden Ausschuss für den Mechanikertag wurde ich ersucht, ein Referat über den Verwaltungsbericht des Vorstandes der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik zu geben. Indem ich an diese Aufgabe herantrat und Einsicht in den Verwaltungsbericht nahm, erkannte ich indessen alsbald, dass es mir ohne eingehende Erkundigungen bei den Mitgliedern des Vorstandes der Berufsgenossenschaft nicht möglich sein würde, eine klare Darstellung der Verwaltungsthätigkeit geben zu können. Da die Aufforderung zur Berichterstattung erst vor Kurzem an mich erging, war ich aber zu eingehenden Studien nicht mehr im Stande, und ich bitte deshalb um Ihre Nachsicht.

Ich möchte mir nur erlauben, den Eindruck wiederzugeben, welchen der Verwaltungsbericht auf mich gemacht hat, und da muss ich leider offen bekennen, dass derselbe kein allzu günstiger gewesen ist.

Zunächst fiel mir in der Aufstellung der Ausgaben eine Anzahl Rubriken auf, deren Benennung mir unverständlich war, z. B. in Anlage A II des Berichtes von 1887:

---

[1]) Vgl. *diese Zeitschrift 1889. S. 224. — D. Red.*

Rubrik	I.	Der Postbehörde erstattete Entschädigungsbeträge	7 465 Mark
„	II.	Zahlung an die Firma Siemens & Halske . .	16 283 „
„	III.	Aus dem Betriebsfond an die Sektionen gezahlte Vorschüsse	20 200 „
„	IV.	Unfallverhütungskosten	5 345 „

In dem Verwaltungsbericht von 1888 kehren ebenfalls diese Rubriken wieder, deren Bedeutung der Mehrzahl meiner Kollegen jedenfalls ebenso unverständlich sein wird. Wenn aber ein Verwaltungsbericht jedem einzelnen Betriebsinhaber zugesandt wird, so sollte er auch möglichst übersichtlich, kurz und Jedem leicht verständlich sein.

Als das Unfallversicherungsgesetz eingeführt wurde, hat wohl ein Jeder der Betheiligten als selbstverständlich vorausgesetzt, dass der bei weitem grössere Theil der Einnahmen dem Sinne des Gesetzes gemäss für Entschädigungen bei Unglücksfällen Verwendung finden und dass mit einem kleineren Theile der Einnahmen die Verwaltungskosten bestritten werden könnten. Aus den Zahlen, welche ich Ihnen gleich nennen werde, können Sie aber ersehen, dass das Verhältniss gerade umgekehrt ist, dass die Verwaltungskosten bedeutend höher sind als die Summen der Entschädigungen.

Es betrugen im Jahre 1887:

die für die Unfälle gezahlten Entschädigungen . . .	2 849,10 Mark
die Verwaltungskosten desselben Jahres	38 039,54 „

Ferner im Jahre 1888:

die gezahlten Entschädigungen	38 738,74 Mark
die Verwaltungskosten	45 969,13 „

Jedem Unbefangenen müssen doch diese Zahlen recht bedenklich erscheinen, und man wird sich des Eindruckes, dass der Verwaltungsapparat der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik recht theuer arbeitet, nicht erwehren können. Deshalb ist die Frage vieler Fachgenossen nach den Gründen dieser Erscheinung eine wohl berechtigte und zwar um so eher, da man weiss, dass eine grosse Zahl der Verwaltungsämter kostenlos verwaltet werden.

Dass andere Berufsgenossenschaften in ihren Verwaltungsberichten dem Anscheine nach günstigere Verhältnisse aufweisen, davon kann ich Ihnen ein Beispiel geben. Die Genossenschaft der Papierfabrikanten hat im Jahre 1888 gezahlt:

an Entschädigungsgeldern	139 282,32 Mark
an Verwaltungskosten	24 104,85 „

Die Verwaltungskosten der Genossenschaft der Papierfabrikanten im Jahre 1888 waren um rund 8000 Mark geringer als im Jahre 1887.

Gestatten Sie mir, geehrte Herren, zum Schluss noch die Bemerkung, dass mir selbstverständlich der Gedanke eines Angriffes oder eines Vorwurfes gegen den Vorstand unserer Berufsgenossenschaft gänzlich fern liegt; es weiss ein Jeder und ist auch jeder Kollege fest überzeugt, dass die betheiligten Herren sehr grosse Opfer an Zeit und Arbeit bringen.

Ich überlasse es Ihnen, ob Sie es für zweckmässig und rathsam halten, an den Vorstand der Berufsgenossenschaft eine Meinungsäusserung gelangen zu lassen.

Herr Prof. Abbe tritt den Ausführungen des Referenten entgegen; er schickt voraus, dass er als Mitglied des vom Vorredner angegriffenen Vorstandes der diesseitigen Berufsgenossenschaft zwar kein unparteiischer Korrefferent sei,

dafür aber gerade durch seine nahezu fünfjährige Thätigkeit in diesem Vorstande zu einem Urtheil über die ganze Organisation befähigt sein werde.

Redner giebt zunächst Auskunft über die vom Referenten als unverständlich bezeichneten Rubriken des Verwaltungsberichts, mit dem Bemerken, dass die meisten von diesen Rubriken schon durch die Vorschriften des Unfallversicherungsgesetzes und des Statuts unserer Berufsgenossenschaft genügend erklärt seien. Die Zahlungen an die Firma Siemens & Halske rühren daher, dass Herr v. Siemens die Kassengeschäfte der Berufsgenossenschaft besorgt und die angegebenen Summen rückerstattete Auslagen darstellen. Uebergehend zur Hauptsache, dem Tadel über die Höhe der Verwaltungskosten und deren Missverhältniss zu den Entschädigungsleistungen in unserer Berufsgenossenschaft, erklärte Redner zunächst, dass die Entschädigungskosten während der ersten Jahre einen richtigen Maassstab überhaupt nicht abgeben könnten. Diese würden mit der Annäherung an den noch weit entfernten Beharrungszustand naturgemäss sehr stark steigen, die Verwaltungskosten aber müssten bei einer neuen Organisation umgekehrt zu Anfang höher sein, als sie später sich stellen würden. Jedenfalls müssten die Aufwendungen für den jetzt schon auf 180 000 *M.* gebrachten Rücklagefonds den Entschädigungskosten zugerechnet werden, da diese Rücklagen doch thatsächlich die Vorausdeckung für später zu leistende Unfallentschädigung enthalten. Das Verhältniss der Verwaltungskosten zur gesammten Leistung der Berufsgenossenschaft sei daher allein zu beurtheilen nach der Thatsache, dass zur Zeit der durchschnittliche jährliche Beitrag der Mitglieder pro Kopf der Versicherten etwa 4 Mark beträgt, wovon nicht ganz 1 Mark pro Kopf für Verwaltungskosten aufgehen, während mit der Annäherung an den Beharrungszustand der Gesammtaufwand aller Voraussicht nach allmälig auf 5 Mark pro Kopf im Jahr steigen, der Verwaltungsaufwand aber wohl sich etwas vermindern werde.

Die Vergleichung der diesseitigen Berufsgenossenschaft mit derjenigen der Papierfabrikanten hinsichtlich der absoluten Höhe des Verwaltungsaufwandes erklärt Redner für ganz ungeeignet zur Begründung eines Urtheils. Denn in der „Feinmechanik“ handele es sich um eine sehr grosse Anzahl (gegen 2000) von vorwiegend kleinen Betrieben sehr ungleicher Art, aus nicht weniger als 10 zum Theil recht verschiedenen Industriegruppen, die eine Gliederung der Verwaltung in viele (10) territoriale Sektionen nöthig machen, bei den Papierfabriken dagegen um eine geringe Zahl von grossen Fabrikbetrieben fast ganz gleicher Art. Es sei doch selbstverständlich, dass im letzteren Fall die Verwaltung viel einfacher und billiger sein müsse.

Im Uebrigen sprach Redner sich dahin aus, dass auch seiner Ansicht nach die Berufsgenossenschaften recht kostspielige Einrichtungen seien, nur falle dies nicht der Verwaltung derselben zur Last, sondern sei die unvermeidliche Folge des Gesetzes, welches, an Stelle billig zu verwaltender territorialer Versicherungsverbände für die Gesammtindustrie eines Gebietes, Genossenschaften gesetzt habe, deren Arbeit über das ganze Reich oder grosse Theile desselben sich zersplittern muss. Dem gegenüber betonte aber Redner, dass gerade die Feinmechanik bei dieser kostspieligen Organisation sich gut stehe. Denn bei einer territorialen Gliederung der Unfallversicherung würden ihre relativ sehr ungefährlichen Betriebe zusammen gekommen sein mit den, viel grösserer Unfallgefahr ausgesetzten Betrieben der Grossindustrie und hätten unvermeidlicher Weise einen Theil von dieser grösseren Unfallgefahr mit zu tragen gehabt. Dann würden zwar die Verwaltungskosten pro

Kopf ohne Zweifel geringer geworden sein; die Mehrleistung für Unfallschäden aber würde ebenso sicher diese Ersparniss um ein Vielfaches übertroffen haben.

Redner schliesst mit der Mahnung, der Organisation der Berufsgenossenschaft mehr Interesse als bisher entgegenzubringen, damit das Verständniss für dieselbe grösser werde und missverständliche Auffassungen vermieden würden.

Herr Hartmann-Frankfurt, seit fünf Jahren als Vertrauensmann der Berufsgenossenschaft thätig, hat empfunden, dass das Interesse an den Arbeiten der Berufsgenossenschaft ein sehr geringes unter den Mechanikern ist, ja dass sogar eine Abneigung gegen die Verpflichtungen derselben vorhanden sei; er unterstützt die Mahnung des Herrn Prof. Abbe, den Verhandlungen und Maassnahmen der Berufsgenossenschaft mehr Interesse als bisher entgegenzubringen.

Herr Färber ist für die Aufklärungen, die Herr Prof. Abbe gegeben hat, sehr dankbar; es gehe aber auch aus ihnen hervor, dass der Verwaltungsapparat sehr theuer arbeite. Die Einrichtung des Verwaltungsberichts betreffend hat Redner den Wunsch, dass derselbe in Zukunft kürzer und übersichtlicher gehalten werden möge im Interesse der viel beschäftigten Mechaniker, die nicht viel Zeit auf das Studium desselben verwenden könnten.

Herr Andrée-Kassel ist gleichfalls als Vertrauensmann der Berufsgenossenschaft thätig. Er hat hierbei die Erfahrung gemacht, dass an Verwaltungskosten gespart werden könnte, wenn viele Betriebsinhaber nicht so lässig wären. Während die grossen Betriebe sich den Anordnungen der Berufsgenossenschaft willig fügten, zeigten die kleinen Betriebe vielfach eine Lässigkeit, die ganz unverständlich sei; die kleinen Betriebsinhaber liessen die Anordnungen der Berufsgenossenschaft vielfach ganz unbeachtet, trotz der vielen vom Vorstande gegebenen Vorschriften, die allerdings oft schwer verständlich wären und daher Manchen verwirren könnten.

Herr Hartmann bemerkt noch, dass es für die meisten verhältnissmässig kleinen Betriebe der Feinmechanik nicht viel darauf ankomme, ob die Verwaltungskosten sich um Weniges ändern werden; ein Vergleich der Beträge pro Kopf mit denjenigen, welche früher bei privaten Versicherungsgesesllschaften bezahlt werden mussten, falle für die gesetzliche Organisation immer noch günstig aus. Eine Ersparung an Schriftstücken und Drucksachen, welche zur Belehrung der Berufsgenossen versandt werden, sei vorläufig unthunlich, solange nicht Jeder mit dem Gesetz und den dadurch auferlegten Pflichten vertraut sei. Leider hätte er in seinem Bezirk die Erfahrung gemacht, dass die wichtigsten Schriftstücke häufig ungelesen in den Papierkorb wandern.

Die Versammlung erklärt auf Befragen des Vorsitzenden hierauf, dass die geschehene Besprechung eine genügende Anregung gegeben habe und sieht von weiteren Schritten in dieser Sache ab.

Der nächste Gegenstand der Tagesordnung ist die Berathung über die Einführung einheitlicher Schraubengewinde. Das Wort erhält Herr Direktor Loewenherz zu folgendem Vortrage:

Meine Herren! Um die Frage über die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik zu erörtern, ist aus der Mitte des vorberathenden Ausschusses ein besonderes Komitee zusammengetreten; dieses ist bei seinen Berathungen [1]) zu gewissen Schlüssen gekommen, welche ich hier vorzulegen mich beehre. Diese

[1]) An den Berathungen nahmen Theil die Herren Bamberg, Fuess, Dr. Homann, von Liechtenstein, Loewenherz, Pensky, Reichel, Stärke und Stückrath.

Schlüsse sind von dem Komitee dem Wortlaute nach nicht formulirt worden, die Formulirung habe ich allein übernommen. Ebenso ist das Komitee für die von mir vorzutragende Begründung seiner Beschlüsse nicht verantwortlich, auch hier trage ich allein die Verantwortung. Die Ergebnisse der Berathungen jenes Komitees sind nun nachstehende:

„Der Ausschuss für die Frage der Einführung eines einheitlichen Gewindes schlägt die folgenden Beschlüsse vor:

1. Der Mechanikertag erkennt die dringende Nothwendigkeit der Einführung bestimmter Normen für die in der Feinmechanik vorkommenden Gewinde an und erachtet es zur Festhaltung dieser Normen für erforderlich, dass Muster der vorzugsweise gebrauchten („üblichen") Gewinde an ein und derselben Stelle abgegeben oder wenigstens auf ihre Richtigkeit geprüft werden.

2. Der Mechanikertag erwählt eine Kommission, welche Vorschläge zur Aufstellung der Gewindenormen ausarbeiten und dem Mechanikertag bei seiner nächsten Zusammenkunft vorlegen soll. Diese Vorschläge sind auf alle Gewinde auszudehnen, welche als übliche gelten sollen, und haben sowohl Durchmesser und Steigung (Ganghöhe), als auch die Gangform zu berücksichtigen.

3. Der Mechanikertag empfiehlt für die Aufstellung der Normen vorläufig die Einhaltung folgender Gesichtspunkte:

a, Bei Befestigungsschrauben, Bewegungsschrauben und Rohrgewinden sollen die Ganghöhen sich ganzzahlig in zehntel Millimetern ausdrücken lassen.

b, Bei Befestigungs- und Bewegungsschrauben sollen die Durchmesser nur nach ganzen, halben oder fünftel Millimetern fortschreiten, und zwar bei gröberen Schrauben nach ganzen, bei den feinsten Schrauben nach fünftel Millimetern.

c, Befestigungsschrauben sollen scharf, d. h. ohne Abrundung oder Abflachung, geschnitten sein und einen Kantenwinkel von 53° 8' haben, d. h. die Ganghöhe soll mit der Gangtiefe übereinstimmen.

4. Der Mechanikertag beschliesst, um dem dringenden Bedürfniss einer unzweideutigen und allgemein verständlichen Kennzeichnung der Schrauben schon jetzt zu genügen, dass diese Kennzeichnung fortan durch zwei Zahlen erfolgen soll, deren erste die Ganghöhe in hundertstel Millimetern, deren andere den Durchmesser in Millimetern angiebt. Beide Zahlen sind, durch einen schrägen Strich getrennt, neben einander zu setzen, so dass z. B. No. 50/6,5 eine Schraube mit der Steigung 0,50 *mm* und dem Durchmesser 6,5 *mm* bedeutet. Diese Numerirung soll für scharfgängige Schrauben mit dem unter 3. c angegebenen Kantenwinkel ohne weiteren Zusatz gebraucht werden; bei anderen scharfgängigen Schrauben ist der Quotient $\frac{\text{Gangtiefe}}{\text{Ganghöhe}}$ als Decimalbruch und in Klammern eingeschlossen der Numerirung hinzuzufügen. Z. B. bedeutet No. 50/6,5 (0,86) eine Schraube mit einem Kantenwinkel von 60°."

Der ursprüngliche Entwurf dieser Vorschläge enthielt noch den weiteren Zusatz: „Für Schrauben mit abgerundeter oder abgeflachter Gangform ist diese ausdrücklich anzugeben." Ich glaube aber, wir können diesen Zusatz vorläufig weglassen, weil wir über Schrauben mit anderer als scharfgeschnittener Gangform heute kaum schlüssig werden dürften.

Ich werde mich im Verlaufe meines Berichtes eng an die verlesenen vier Vorschläge anschliessen und wende mich zunächst zu dem ersten:

Die Nothwendigkeit der Einführung einheitlicher Normen für die Schraubengewinde tritt in erster Reihe für den Mechaniker hervor. Wenn man, um eine Ueber sicht zu gewinnen, die sämmtlichen Gewinde, die in der Mechanik gebraucht werden, in Klassen zu bringen sucht, so kann man deren drei unterscheiden, nämlich Befestigungs- oder Verbindungsschrauben, Bewegungsschrauben und Rohrgewinde. Die Bewegungsschrauben können entweder nur für die Bewegung, oder auch zu Messzwecken dienen; bei späteren Erörterungen unserer Frage könnte es vielleicht zweckmässig werden, die Messschrauben von den anderen Bewegungsschrauben getrennt zu behandeln, indessen ist eine solche Trennung für die heute in Betracht zu ziehenden Vorschläge noch nicht nöthig. Ferner ist zu erwähnen, dass eine Art von Schrauben, die Klemmschrauben, zu einem Theil als Befestigungsschrauben, zum anderen Theil als Bewegungsschrauben dienen, doch ist eine besondere Erörterung gerade der Klemmschrauben ebenso wenig erforderlich. Jedenfalls begreifen die beiden Klassen der Befestigungs- und der Bewegungsschrauben alle Schrauben in sich, welche die Feinmechanik verwendet. Wenn es sich aber um Einführung einheitlicher Normen handelt, so dürfen die Rohrgewinde nicht ausser Betracht bleiben. Will man Rohrgewinde und Schrauben zusammenfassen, so hat man, wie dies in der Folge geschehen soll, von „Gewinden“ überhaupt zu sprechen, während unter „Schrauben“ eben nur die beiden erst genannten Klassen gemeint sind.

Die Nothwendigkeit der Einführung einheitlicher Gewindenormen ist am augenscheinlichsten bei den Befestigungsschrauben, denn diese werden schon jetzt in weitaus überwiegender Zahl nicht in den Werkstätten selbst erzeugt, sondern aus besonderen Schraubenfabriken bezogen. Fabrikschrauben genügen nun zwar nicht in allen Fällen den Anforderungen an Schönheit und Präcision, und man wird manchmal vorziehen, die Schrauben selbst anzufertigen. Aber die Zahl solcher Fälle ist doch nur gering, und jedenfalls kommen die in der eigenen Werkstatt hergestellten Schrauben erheblich theurer zu stehen, weil ihre Anfertigung eine besondere Zurichtung erfordert, während die Schraubenfabriken ein für allemal darauf eingerichtet sind. Nun ist es aber klar, dass der Preis der Fabrikschrauben sich noch wesentlich verringern würde, wenn für ihre Abmessungen durchweg feste Normen eingehalten würden und damit die Herstellung eines einzelnen Musters nicht bloss, wie heute, nach Hunderten, sondern nach vielen Tausenden und zum beliebigen Vorrath erfolgen könnte. Heute verwendet jede Werkstatt durchaus verschiedene Schrauben und dabei stehen noch die Abmessungen der einzelnen Schrauben ein und derselben Werkstatt in der Regel nicht in der geringsten Beziehung zu einander. Dieser Zustand erklärt sich aus der Art, wie die Gewinde der mechanischen Werkstätten in den meisten Fällen entstehen. Schon bei der Errichtung einer Werkstatt pflegt der Mechaniker eine Anzahl von Gewinden aus seiner Gehilfenzeit mitzubringen. Er hat dieselben, weil er sie für besonders gut hielt, in den Werkstätten, in denen er gearbeitet, kopirt. Später wird dann, sobald für einen Apparat eine neue Schraube gebraucht wird, je nach den besonderen Umständen ein neues Gewinde erzeugt, ohne auf die anderen in der Werkstätte schon vorhandenen Schrauben irgend welche Rücksicht zu nehmen. An zahlreichen, aus verschiedenen deutschen Werkstätten bezogenen und von der Reichsanstalt nachgemessenen Gewinden konnte erwiesen werden, dass nicht in einer einzigen dieser Werkstätten ein Zusammenhang zwischen den verschiedenen, dort benutzten Gewinden besteht.

Die bisher dargelegten Gründe für die Nothwendigkeit der Einführung einheitlicher Normen bestehen aber nicht nur für die Befestigungsschrauben, auch

Rohrgewinde werden in ziemlich grosser Zahl nicht in denjenigen Werkstätten hergestellt, welche sie verwenden. Ich will als Beispiel nur die Verfertigung der Mikroskope erwähnen. Bei letzteren gehen die Tuben und die Objektive mit ihren Fassungen sehr oft aus verschiedenen Werkstätten hervor. Da es zudem unumgänglich ist, das Objektiv der einen Fabrik in einen aus anderer Fabrik stammenden Tubus einschrauben zu können, so ist man zu einer gewissen Gleichmässigkeit für die hier gebräuchlichen Gewinde in der That bereits gelangt. In den letzten Jahren hat sich nämlich von England her für diesen Zweck das Gewinde der *Microscopical Society*, die sogenannte *society-screw*, eingebürgert. Gleichwohl lässt übrigens die Gleichmässigkeit selbst auf diesem Gebiete noch viel zu wünschen übrig. Wie bei Mikroskopen liegt es aber bei vielen andern Apparaten; überall tritt die Nothwendigkeit einheitlicher Normen auch für Rohrgewinde hervor. Für Bewegungsschrauben liegt es nicht anders. Es giebt eine grosse Zahl von Werkstätten, welche die Bewegungsschrauben an den erzeugten Apparaten von anderen Mechanikern fertig beziehen. Für diese Fälle ist die Nothwendigkeit einheitlicher Normen selbstverständlich. Ich erinnere nur an die Schwierigkeit, welche diesen Werkstätten erwachsen, wenn sie die Bezugsquellen für Schrauben wechseln, denn es ist zur Zeit kaum daran zu denken, dass dann die neuen Schrauben mit den alten genau übereinstimmen. Die Nothwendigkeit der Einführung einheitlicher Normen besteht somit für alle drei Gattungen von Gewinden.

Und nicht nur für den Mechaniker besteht sie, in noch höherem Grade vielleicht für den Gelehrten, der die Erzeugnisse der mechanischen Werkstätten verwendet. Wenn heute an irgend einem wissenschaftlichen Apparat eine einigermaassen wichtige Schraube abhanden kommt, kann der Ersatz in der Regel nur durch den Verfertiger des Apparates bewirkt werden. Zwar giebt es Mittel, um in solchen Fällen nur nach dem Muttergewinde eine neue Schraube zu fertigen, doch ist dieser Weg im allgemeinen zu umständlich und zu theuer. Der Gelehrte muss besondern Werth darauf legen, dass er verlorene Schrauben durch jeden beliebigen, an seinem eigenen Wohnsitz ansässigen Mechaniker ersetzen lassen kann. Dies ist aber nur möglich, wenn einheitliche Normen für die Gewinde bestehen. Nun übersehe ich nicht, dass mancher Mechaniker den eben angeführten Grund nicht wird gelten lassen wollen. Denn Viele sind kurzsichtig genug, gerade darin einen Vortheil zu erblicken, dass jede Reparatur eines Apparates von seinem ursprünglichen Erzeuger ausgeführt werden muss. Dabei überlegen sie indessen nicht, dass eine gedeihliche wirthschaftliche Entwicklung der Mechanik nur dann zu gewärtigen ist, wenn die einzelnen Werkstätten immer mehr dahin streben, sich auf die Anfertigung von Specialitäten einzurichten. In der That ist ein namhafter materieller Gewinn nur dann zu erhoffen, wenn viele Stücke derselben Art zugleich angefertigt werden; diese Art des Geschäftsbetriebes setzt aber voraus, dass auch der Vertrieb der Apparate möglichst erleichtert wird; solche Erleichterung bedingt endlich vor Allem, dass Reparaturen jeder Art nicht bloss von dem Verfertiger, sondern von jedem anderen Mechaniker ausgeführt werden können. Dem Gelehrten drängt sich noch aus einem anderen Grunde das Bedürfniss nach einheitlichen Gewindenormen auf. Er ist vielfach in der Lage, einen Apparatentheil aus einer Werkstatt mit einem Apparat aus einer anderen Werkstatt zu verbinden. Greifen wir wiederum auf das schon vorher angezogene Beispiel der Mikroskope zurück. Der Mechaniker, der ein neues Objektiv auf den Markt bringt, kann nicht wohl erwarten, dass die Brauchbarkeit desselben stets nur mit einem

Tubus geprüft werde, der gleichfalls aus seiner Werkstatt stammt. Es muss dafür gesorgt sein, und, wie Sie hörten, ist dies in gewissem Umfange bereits der Fall, dass das Objektiv in einen Tubus aus jeder beliebigen anderen Werkstatt passt. Bei unzähligen anderen Apparaten liegen die Dinge ähnlich, und in vielen Fällen mag die Einführung ganz zweckmässiger Neuerungen gerade dadurch erschwert werden, dass die Prüfung ihrer Brauchbarkeit mit Hindernissen dieser Art zu kämpfen hat.

Es giebt endlich noch einen anderen Grund für die Nothwendigkeit der Einführung einheitlicher Gewindenormen in die Feinmechanik. Jeder Werkstatt, die einen einigermaassen ausgedehnten Geschäftsumfang hat, drängt sich das Bedürfniss auf, die Normalität ihrer Gewinde zu sichern. Denn, wenn ein Instrument nach Jahr und Tag behufs Reparatur zu seinem Erzeuger zurückkehrt, so bedarf derselbe genau passender Gewindebohrer. Nur zu häufig aber sind die Bohrer im Verlaufe des Werkstattbetriebes derartig in Abnutzung gerathen, dass ihre Gewinde mit den an den älteren Apparaten vorhandenen keineswegs mehr übereinstimmen. Nun hilft man sich jetzt wohl in der Weise, dass gewisse Normalbohrer aufbewahrt werden, um sie als solche für die Dauer gelten zu lassen. Einen Erfolg hat dies aber nur dann, wenn diese Normalbohrer ausschliesslich im Gewahrsam des Meisters verbleiben; werden sie dagegen, wenn auch nur gelegentlich, in die Hände der Gehilfen gegeben, so nutzen sie sich eben so ab wie die anderen Bohrer und verändern ihr Gewinde. Eine sehr grosse Werkstatt kann allenfalls Vorkehr für absolute Sicherung gewisser Normalbohrer treffen, im Allgemeinen wird sich dagegen die Normalität der Gewinde nur dann verbürgen lassen, wenn genau hergestellte Musterbohrer für die einzelnen Gewinde von ein und derselben Stelle jederzeit bezogen oder wenn an einer solchen Stelle die Prüfung von anderwärts bezogenen Musterbohrern auf ihre Richtigkeit erlangt werden kann. Natürlich könnte aber eine solche Stelle nicht etwa Muster für jedes beliebige, in irgend einer Werkstatt gebräuchliche Gewinde liefern, vielmehr ist die Durchführung derartiger Maassregeln nur denkbar, wenn die gesammten Mechaniker sich über eine gewisse beschränkte Anzahl von Gewinden einigten, denn nur dann ist eine Sicherung der Normalität zu erreichen und dauernd zu verbürgen.

Ich komme nunmehr zu dem zweiten Antrage des vorberathenden Ausschusses; darin wird die Wahl einer Kommission angeregt, welche Vorschläge zur Aufstellung der Gewindenormen ausarbeiten soll. Der vorbereitende Ausschuss hat es nicht für thunlich erachtet, bei dem jetzigen Stande der Angelegenheit sofort für diese Normen umfassendere Vorschläge zu machen. Wir haben uns damit begnügt, in Nr. 3 unserer Anträge einige Gesichtspunkte zusammenzufassen, welche uns nach unseren bisherigen Ermittlungen für die Aufstellung der Normen als besonders beachtenswerth erschienen. Dabei sind zunächst mit Absicht alle diejenigen Punkte ausser Acht geblieben, über welche volle Einstimmigkeit in dem Ausschuss nicht ohne Weiteres zu erzielen war. Aber selbst betreffs der in Resolution 3 aufgenommenen drei Punkte waren wir uns bewusst, dass unsere Ermittlungen noch durchaus unvollständige sind, und dass eine grössere Kommission, welche längere Zeit auf ihre Arbeiten verwenden kann als wir, sehr wohl zu anderen Ergebnissen kommen könnte. Obwohl wir also von vornherein erklären, den Beschlüssen der von Ihnen zu wählenden Kommission uns unter allen Umständen fügen zu wollen, auch wenn dieselbe auf Grund ihrer weitergehenden Ermittlungen eine theilweise oder völlige Abweisung der von uns vorgeschlagenen Gesichtspunkte empfehlen

sollte, so glaubten wir doch nicht darauf verzichten zu dürfen, schon jetzt solche Punkte aufzustellen. Denn bei der Neuheit der Sache würde es wenig Bedeutung haben, wenn der Mechanikertag sich damit zufrieden gäbe, auszusprechen, dass einheitliche Gewindenormen zu schaffen sind, es muss vor Allem auch nachgewiesen werden, ob und in welcher Richtung die Aufstellung derselben möglich ist. In diesem Sinne hielten wir es nicht für zureichend, bei den ersten beiden Nummern unserer Vorschläge stehen zu bleiben, sondern fügten denselben noch Punkt 3 hinzu, um die Ausführbarkeit der ersten Vorschläge, wenigstens in gewissem Umfange, sofort zu zeigen.

Bei der Aufstellung einheitlicher Gewindenormen für die Feinmechanik wird es zwar nöthig sein, alle drei vorher angegebenen Klassen von Gewinden in Betracht zu ziehen; damit soll aber nicht gesagt sein, dass für die drei Fälle durchaus die nämlichen Normen anzunehmen sind. Der Maschinenbau, in welchem bereits seit langer Zeit verschiedene Schraubensysteme weite Verbreitung gefunden haben, war bei Aufstellung derselben in günstigerer Lage als die Feinmechanik; dort kommt die Festsetzung von Normen im Wesentlichen nur für die fabrikmässig angefertigten Befestigungsschrauben[1]) in Betracht und deshalb ist es dort eher möglich, bestimmte eindeutige Beziehungen zwischen Durchmesser und Ganghöhe aufzustellen. Für die Feinmechanik dagegen ist es wichtig, auch für andere Gewinde, Bewegungsschrauben und Rohrgewinde, Normen einzuführen. Wenn es nun auch wohl möglich ist, bei den Befestigungsschrauben der Feinmechanik feste Beziehungen zwischen Durchmesser und Ganghöhe einzuhalten, so wird dies doch für die anderen Schrauben und Gewinde kaum durchzuführen sein. Im Hinblicke hierauf ist bei den Vorschlägen, die ich Ihnen vorzutragen die Ehre habe, der sonst übliche Begriff eines „Schraubensystems“ weggeblieben, weil eben noch nicht feststeht, ob man überhaupt bei Aufstellung der Normen zu einem System derselben kommen wird. Doch dürfte es besser sein, bevor ich auf diese Frage und dabei auf die Vorschläge unter Nr. 3 näher eingehe, zunächst die im Maschinenbau gebräuchlichen Gewinde sowie die anderweitig hervorgetretenen Bestrebungen zur Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik zu erörtern.

Auf dem Gebiete des Maschinenbaues ist die Nothwendigkeit der Verwendung einheitlicher Gewinde schon vor etwa 50 Jahren erkannt worden. Im Jahre 1841 hat Herr Josef Whitworth auf die Nothwendigkeit einheitlicher Gewinde im Maschinenbau zuerst öffentlich hingewiesen und dabei dasjenige System vorgeschlagen, welches im Grossen und Ganzen noch heute als Whitworth-Gewinde allgemein bekannt und viel verbreitet ist und welches damals schon einige Jahre lang im englischen Eisenbahn- und Maschinenbau Verwendung gefunden hatte.[2]) Das Whitworth-Gewinde wird durch drei Bedingungen gekennzeichnet: Erstens stehen Durchmesser und Ganghöhen in einem einfachen Verhältniss zum englischen Zollmaass; ferner ist jeder Schraubengang sowohl an der Spitze als am Boden abgerundet, die Grösse der Abrundung wird in der Art bemessen, dass man in einem durch die Axe des Schraubenbolzens gelegten Schnitt die Schraubengänge durch gleichschenklige Dreiecke einschliesst und deren Höhen oben und unten um je $^1/_6$ ihres Betrages verringert (Fig. 1, S. 403); endlich beträgt der Winkel an der Spitze jener

[1]) Es wird nicht übersehen, dass auch für die Rohrgewinde bei Gas- und Wasseranlagen Normen bestehen, doch gelten dieselben nur für ein beschränktes Gebiet. — [2]) Sir Joseph Whitworth, *Papers on mechanical subjects, London and Manchester (1882). Bd. 1. S. 17. On an uniform system of screw threads, communicated to the Institution of Civil Engineers. 1841.*

Dreiecke, der Winkel der Gangform (S. 417, Anm. 1), 55°. Die Beziehung der Ganghöhen zu dem englischen Längenmaass wurde so festgestellt, dass die Anzahl der Gänge, welche auf einen englischen Zoll kommen, durch eine möglichst einfache Zahl ausgedrückt wurde. Die Durchmesser liess Whitworth in seinem ersten Vorschlage (1841) von $^1/_{32}$ engl. Zoll beginnen und bis zu $^1/_4$ Zoll nach $^1/_{32}$, von da an bis zu $^1/_2$ Zoll nach $^1/_{16}$, und sodann bis zu drei Zoll nach $^1/_8$, höher hinauf endlich nach $^1/_4$ Zoll fortschreiten. Später, 1857[1]), führte Whitworth andere Durchmesser ein, da er die Nothwendigkeit der Durchführung des Dezimalsystems auch in der Technik inzwischen erkannt hatte. Er hatte hierbei ursprünglich wohl die Absicht, die Durchmesser nach 0,1 Zoll fortschreiten zu lassen; da er aber die achtel Zoll nicht missen konnte, so liess er die Durchmesser von 0,1 Zoll an bis zu 1 Zoll hinauf nach $^1/_{40}$ Zoll ansteigen.[2]) Von da an bis zu drei Zoll gehen sie wiederum nach $^1/_8$ und weiter hinauf nach $^1/_4$ Zoll fort. (Vergl. Tafel A auf S. 406). Die in der Technik üblichen Whitworth-Schrauben scheinen auch in England immer nur bei dem Durchmesser von $^1/_4$ Zoll zu beginnen und gemäss dem Vorschlage von 1841 fortzuschreiten. Fig. 1 giebt eine schematische Darstellung des Whitworth-Gewindes und zeigt zugleich die Gangform. Die wirkliche Gangtiefe T ist gleich 0,64 der Ganghöhe S; die ideale Gangtiefe T_0 (in Fig. 1 fehlt der Index), d. i. die Höhe der die Gänge einschliessenden gleichschenkligen Dreiecke, gleich 0,96 der Ganghöhe. Die anderen drei Figuren auf S. 403 sollen die Gangform des bald zu erwähnenden Sellers-Gewindes, diejenige des Gewindes des Vereins deutscher Ingenieure (S. 405) sowie die unter Nr. 3c (S. 397) vorgeschlagene Form zeigen.

Ein anderes Gewinde von grosser Verbreitung im Maschinenbau ist das in Amerika seit 1864 eingeführte Sellers-Gewinde. Bis zu diesem Jahre waren in Amerika zahlreiche Schraubensysteme im Gebrauch und es herrschte auch dort eine grosse Verwirrung auf diesem Gebiete. Das Franklin-Institut in Philadelphia übernahm es daher im Jahre 1864, das von dem Maschinenbauingenieur Herrn William Sellers vorgeschlagene Gewinde einzuführen. Dasselbe unterscheidet sich von Whitworth's System vorzugsweise in zwei Punkten; der Winkel der Gangform ist hier zu 60° angenommen und ferner ist der Gang nicht abgerundet, sondern abgeflacht. Der Winkel von 60° erfüllt nach den Verhandlungen des Franklin-Instituts vom 15. Dezember 1864[3]) nicht allein die Bedingungen des geringsten Reibungswiderstandes, verbunden mit der grössten Festigkeit, er kann auch leichter erhalten werden als irgend ein anderer Winkel und war endlich bei vielen amerikanischen Schrauben des sogenannten V-Gewindes[4]) bereits damals im Gebrauch.

Von der Abrundung der Gänge hat Sellers abgesehen, weil diese keine eindeutige Definition der Gangform gebe, vielmehr noch eine besondere Bestimmung für die Art der Krümmung erfordere, welche bei Whitworth fehle; auch könne die Herstellung der Schrauben mit abgerundeten Gängen nicht unmittelbar auf der Drehbank erfolgen, sondern es seien hierzu besondere Werkzeuge nöthig, während die abgeflachte Form, wie sie Figur 2 darstellt, von jedem intelligenten Arbeiter ohne

[1]) Ebenda S. 45. *On a standard decimal measure of length. Proceedings of the meeting of the Inst. of Mechanical Engineers at Manchester, 25th. June 1857.* — [2]) Die Durchmesser von 0,7 bis zu 1 Zoll schreiten, wie aus Tafel A auf Seite 406 zu ersehen ist, nicht mehr nach $^1/_{40}$ Zoll fort; es werden nur noch die 0,1 Zoll, aber auch die beiden Brüche $^3/_4$ und $^7/_8$ Zoll berücksichtigt. — [3]) *Standards of length and other application, edited by George M. Bond, published by the Pratt and Whitney Company. Hartfort Conn. U. S. A. 1887. S. 78. Extract from the Proceedings of a Stated Meeting of the Franklin Institute, Dec. 15. 1864.* — [4]) Dieses Gewinde mit scharf geschnittenen Gängen findet noch jetzt in der amerikanischen Feinmechanik viel Verwendung.

besondere Hilfsmittel angefertigt werden könne. Bei dem Sellers-Gewinde soll nach der ursprünglichen Bestimmung die Abflachung am Kopfe wie am Boden jedes Ganges gerade $^1/_8$ der Ganghöhe betragen, was darauf hinauskommt, dass die wirkliche Gangtiefe gerade $^3/_4$ der idealen Tiefe, d. i. der Höhe der einschliessenden Dreiecke, erreicht. Sellers bezieht im Uebrigen die Durchmesser und Ganghöhen ebenso wie Whitworth auf englische Zolle, nur macht er von der Dezimaltheilung des Zolles keinen Gebrauch. Er beginnt mit dem Durchmesser von

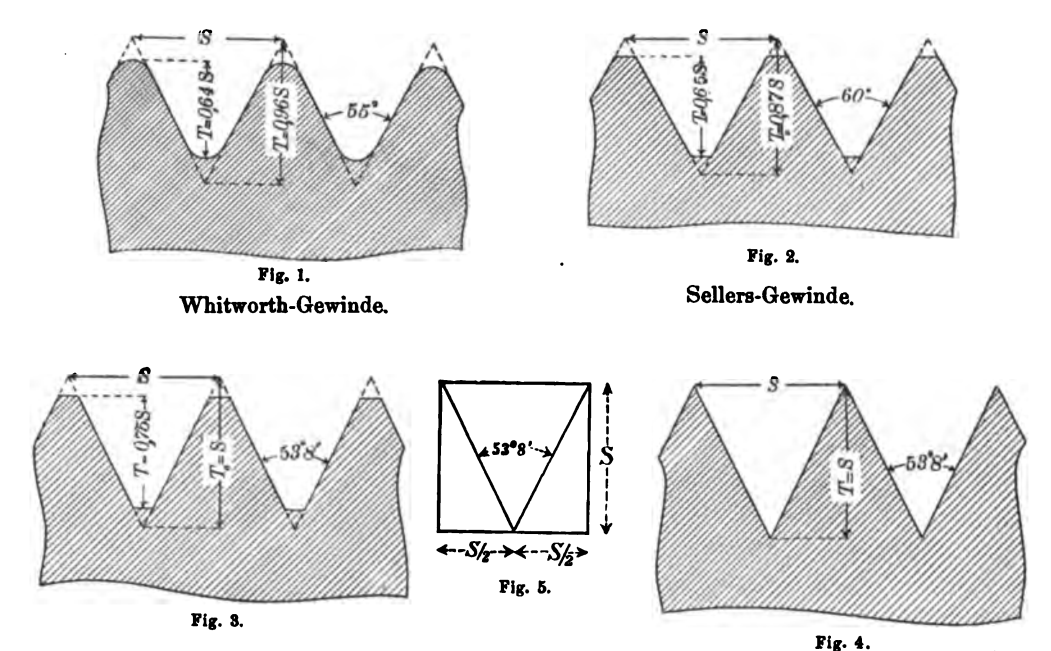


Fig. 1. Whitworth-Gewinde.

Fig. 2. Sellers-Gewinde.

Fig. 3. Gewinde des Vereins deutsch. Ingen.

Fig. 5.

Fig. 4. Gewinde nach Vorschlag unter Nr. 3c.

$^1/_4$ Zoll, schreitet bis zu $^5/_8$ nach $^1/_{16}$, von da an bis zu 2 Zoll nach $^1/_8$ und weiter aufwärts nach $^1/_4$ Zollen fort. In der Tafel *A* auf Seite 406 sind für die Gewinde nach englischem Maass die Durchmesser von mehr als 1 Zoll, für die metrischen Gewinde schon die Durchmesser von mehr als 20 *mm* (bei Bodmer's Gewinde (S. 405) mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse sogar schon diejenigen von mehr als 15 *mm*) weggelassen worden, weil dieselben für die Zwecke der Mechanik ohne Bedeutung sind.

Mit den englischen Maschinen führte sich auch das Whitworth-Gewinde in ganz Europa ein; erst als das metrische Maass in den letzten Jahrzehnten von den meisten europäischen Ländern angenommen wurde, erstand dem englischen System Gegnerschaft. Man erkannte, dass es nicht anginge, die Dimensionen der Gewinde auf englische Zolle zu beziehen und alle anderen Abmessungen im Maschinenbau nach Metern anzugeben. Da die Abmessungen der Schrauben mit denen anderer Maschinentheile in engster Beziehung stehen und, abgesehen von England und Nordamerika, nirgends daran gedacht wird, auch die letzteren in englischem Maass auszudrücken, so kann die Beibehaltung der Whitworth-Gewinde in anderen Ländern nur zu Verwirrung und Zweifeln in der Technik führen. In Frankreich sind deshalb seit vielen Jahren sowohl im Eisenbahn- als im Maschinenbau Gewinde eingeführt, deren Abmessungen auf dem metrischen Maasssystem beruhen. Die Durchmesser schreiten nach ganzen, die Ganghöhen in der Regel nach ganzen oder halben

Millimetern fort. Es sind verschiedene Systeme im Gebrauch, die sich sowohl durch die Aufeinanderfolge der Durchmesser und Steigungen als durch die Gangform unterscheiden. Die Gewinde der Paris-Lyon-Bahn, ebenso wie diejenigen der französischen Marine haben scharf geschnittene Gänge[1]), dabei haben die ersteren einen Gangformwinkel von 35°, die letzteren einen solchen von 60°. Bei anderen französischen Gewinden tritt uns zum ersten Mal der später häufiger zu erwähnende Winkel von 53° 8′ (S. 405) entgegen, bei welchem die Ganghöhe gleich der idealen Gangtiefe wird. Hierbei wird auch die Abrundung wieder aufgenommen, doch pflegt die Verringerung der idealen Gangtiefe durchweg kleiner zu sein als bei dem Whitworth-Gewinde; die wirkliche Tiefe beträgt 0,75 oder in einem anderen Falle 0,8 der idealen Tiefe.

Nähere Betrachtung verdienen die Gewinde der elsässischen Werkzeugfabrik von Heilmann-Ducommun und Steinlen zu Mülhausen. In dieser Fabrik, deren Erzeugnisse — wenigstens vor 1870 — in Frankreich weiter Verbreitung sich erfreuten, ist seit mehr als 20 Jahren ein metrisches Gewinde eingeführt, dessen Durchmesser gleichfalls nach Millimetern und dessen Ganghöhen nach $^1/_4$ beziehentlich nach $^1/_2$ *mm* fortschreiten. Im Jahre 1873, bei Gelegenheit der Wiener Weltausstellung, war Herr Steinlen bemüht, die internationale Einführung seines Systems zu erzielen. Er giebt in den Berichten des Gewerbevereins von Mülhausen[2]) an, dass damals die Gangform durch den Winkel von 60° charakterisirt worden sei. Für die Beziehungen zwischen Durchmesser (D) und Ganghöhe (S) schliesst er sich bei Durchmessern über 15 *mm* thunlichst an die Whitworth'schen Normen oder richtiger an eine von Armengaud für dieselben aufgestellte Durchschnittsformel $S = 0{,}08\,D + 1$ an. Seine Gangform ist abgerundet wie bei der Whitworth-Schraube und zwar beträgt die Höhe der Abrundung oben und unten 0,1 der Steigung, so dass die wirkliche Gangtiefe sich zu $^2/_3$ der Ganghöhe berechnet. Es ist nämlich die ideale Gangtiefe gleich 0,866 der Ganghöhe oder 0,866 S, somit ist die wirkliche Gangtiefe gleich $0{,}866\,S - 0{,}2\,S = 0{,}666\,S$.

Prof. Thury[3]) giebt an, dass nach direkten Mittheilungen des Herrn Steinlen seit dem Jahre 1878 in dessen Fabrik andere Gewinde gebraucht werden, deren Durchmesser und Ganghöhe mit den früheren Werthen übereinstimmen und nur einige Ergänzungen erfahren haben, welche in die Zusammenstellung der Tafel A mit aufgenommen sind[4]). Die Gangform dieser neuen Gewinde ist aber eine durchaus andere, ihr Winkel ist nämlich 53° 8′, sodass die ideale Gangtiefe gleich der Ganghöhe wird; von dieser idealen Tiefe ist ferner oben und unten je $^1/_8$ abgenommen, somit wird die wirkliche Gangtiefe zu $^3/_4$ der Ganghöhe. Im Uebrigen ist der Gang gleichfalls abgerundet, der Radius der Abrundung wird von Thury zu 0,1011 S angegeben[5]).

[1]) *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse. 1873.* Steinlen, *Sur les diamètres et pas de boulons et des vis à filets triangulaires. S. 448.* Ferner: *Die metrischen Gewindesysteme u. s. w.* Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure zusammengestellt und erläutert, Berlin 1876, I. *Darstellung verschiedener metrischer Schraubensysteme. S. 6.* — [2]) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse 1873. S. 446.* — [3]) *Systématique des vis horlogères, par M. Thury, Genève, bei Georg. 1878. S. 24 u. 31.* Eine Veröffentlichung des Herrn Steinlen selbst hierüber habe ich nicht auffinden können. — [4]) Für den Durchmesser 5 *mm* enthält Steinlens Mittheilung von 1873 die Ganghöhe 0,75 *mm*, während Thury hier 1 *mm* angiebt. — [5]) Dieser Zahlenwerth befremdet zunächst, ist aber richtig, er berechnet sich als Radius desjenigen Abrundungskreises, welcher die Seiten des Ganges berührt. Im Uebrigen können Zahlenwerthe in dem Thury'schen Werke nicht immer als ganz sicher gelten, weil sich zahlreiche Druckfehler dort vorfinden, die auch in der vorher erwähnten Veröffentlichung des Vereins deutscher Ingenieure nicht fehlen.

Schon Steinlen spricht davon, dass er bei seinem Gewindesystem auch Schrauben für wissenschaftliche Instrumente berücksichtigen wollte; in noch höherem Maasse scheint ein gleiches Streben bei Bodmer's Vorschlag vorgelegen zu haben. Die Zahlen für Schrauben nach diesem System finden sich in der mehrgenannten Veröffentlichung des Vereins deutscher Ingenieure. Auch in der 4. Auflage von Karmarsch's *Handbuch der mechanischen Technologie (1866)*, sowie in einer dem vorher erwähnten Steinlen'schen Aufsatz beigedruckten Tafel werden dieselben mitgetheilt, doch die Ganghöhen für die Durchmesser 3 bis 4,5 *mm* zu 0,5 *mm* angegeben, während sie nach erstgenannter Veröffentlichung 0,63 bez. 0,71 *mm* (vergl. Tafel *A*) betragen müssen. Die Durchmesser schreiten bei Bodmer bis zu 6 *mm* hinauf nach 0,5 *mm* fort; die Grössen der Steigungen werden durch die Zahl der auf 25 *mm* (nahezu 1 Zoll engl.) vorhandenen Gänge gegeben. Bodmer's System lehnt sich demnach noch mehr als die anderen metrischen Gewindesysteme an das Whitworth-Gewinde an, auch haben seine Gänge abgerundete Form und ihre wirkliche Tiefe beträgt, wie bei Whitworth, $^2/_3$ der idealen Gangtiefe. Nur der Gangformwinkel ist kleiner, er beträgt nicht mehr als 50°. Wie Delisle[1]) mit Recht bemerkt, ist Bodmer's Gewinde recht bequem für die Anfertigung auf der englischen Spindelbank, die Zunahme der Ganghöhen ist aber wie bei Withworth unregelmässig. Die Werkzeugfabrikanten Reishauer & Bluntschli in Zürich fertigen Schneidzeuge nach einem dem Bodmer'schen sehr ähnlichen System an, weit verbreitet scheint letzteres gleichwohl nicht zu sein.

Wir kommen endlich zu dem Schraubengewinde des Vereins deutscher Ingenieure. Dieser Verein hat schon im Anfang der siebziger Jahre die Einführung metrischer Gewinde ins Auge gefasst; nach sehr eingehenden, Jahre lang fortgesetzten Verhandlungen, um welche insbesondere der schon oben erwähnte Maschineninspektor Herr Delisle zu Karlsruhe sich die hervorragendsten Verdienste erworben hat, ist im August 1888 von der Hauptversammlung des Vereins ein System für Befestigungsschrauben angenommen worden, dessen Durchmesser und Ganghöhen gleichfalls in Tafel *A* abgedruckt sind. Dieses System schliesst sich in seiner abgeflachten Gangform dem Sellers-Gewinde an, ihm liegt aber der Gangformwinkel 53° 8′ zu Grunde. Dieser Winkel entsteht, wenn man in einem Quadrat eine Seite halbirt und den Halbirungspunkt mit den gegenüberliegenden Ecken des Quadrats durch gerade Linien verbindet (vergl. Fig. 5). Bei Gewinden mit solchem Winkel wird somit die ideale Gangtiefe gleich der Ganghöhe. Die Abflachung des Ganges beträgt, wie bei Sellers, oben und unten je $^1/_8$ der idealen Tiefe. Die Durchmesser schreiten nach ganzen Millimetern und für die grösseren Schrauben von 2 zu 2, beziehentlich von 4 zu 4 *mm* fort. Der Verein deutscher Ingenieure hat bei Annahme dieses Gewindes über die Schwierigkeiten seiner allgemeinen Einführung sich keinen Täuschungen hingegeben. Da die Whitworth-Schrauben sowohl bei den deutschen Eisenbahnen als auch fast durchgängig im deutschen Maschinenbau noch allgemein üblich sind, so ist man sich darüber klar, dass die Einführung des metrischen Gewindes nicht plötzlich vor sich gehen, sondern nur nach und nach erfolgen kann. Vielleicht wird noch ein Jahrzehnt darüber hingehen, ehe dieses Gewinde festen Fuss gefasst hat; gleichwohl war der Verein, und wie ich glaube mit vollem Rechte, der Meinung, dass endlich einmal daran gegangen werden musste, ein metrisches Gewindesystem dem Whitworth'schen gegenüber

---

[1]) *Die metrischen Gewindesysteme u. s. w. II. Ueber Gewindesysteme für scharfgängige Schrauben S. 25.*

zu stellen. Je länger man mit diesem Schritt zögerte, um so mehr wuchsen die Schwierigkeiten, der Nebenherrschaft des englischen Maasses in unserer Technik ein Ende zu machen.

Auf dem Gebiete der Feinmechanik sind einheitliche Schraubennormen bisher nirgends durchgeführt. Dahin gehende Bestrebungen sind jedoch vorzugsweise von zwei Seiten bekannt geworden. Der Zeit nach älter ist das System von Prof. Thury

Tafel A.

Whitworth-Gewinde (1857)

Durchmesser in engl. Zoll.	Gänge auf 1 Zoll.	Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.
0,100	48	2,5	0,53
125 = 1/8	40	3,2	0,63
150	32	3,8	0,79
175	24	4,4	1,06
200	24	5,1	1,06
0,225	24	5,7	1,06
250 = 1/4	20	6,3	1,27
275	20	7,0	1,27
300	18	7,6	1,41
325	18	8,3	1,41
0,350	18	8,9	1,41
375 = 3/8	16	9,5	1,59
400	16	10,2	1,59
425	14	10,8	1,81
450	14	11,4	1,81
0,475	14	12,1	1,81
500 = 1/2	12	12,7	2,12
525	12	13,3	2,12
550	12	14,0	2,12
575	12	14,6	2,12
0,600	12	15,2	2,12
625 = 5/8	11	15,9	2,31
650	11	16,5	2,31
675	11	17,1	2,31
700	11	17,8	2,31
0,750 = 3/4	10	19,0	2,54
800	10	20,3	2,54
875 = 7/8	9	22,2	2,82
0,900	9	22,9	2,82
1,000	8	25,4	3,17

Sellers-Gewinde (1864)

Durchmesser in engl. Zoll.	Gänge auf 1 Zoll.	Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.
1/4	20	6,3	1,27
5/16	18	7,9	1,41
3/8	16	9,5	1,59
7/16	14	11,1	1,81
1/2	13	12,7	1,95
9/16	12	14,3	2,12
5/8	11	15,9	2,31
3/4	10	19,0	2,54
7/8	9	22,2	2,82
1	8	25,4	3,17

Bodmer's Gewinde

Durchm. in Millimeter.	Ganghöhe in Millimeter.	Gänge auf 25 *mm*.
3	0,63	40
3,5	0,63	40
4	0,71	35
4,5	0,71	35
5	0,83	30
5,5	0,83	30
6	0,83	30
7	1	25
8	1	25
9	1,25	20
10	1,25	20
11	1,25	20
12	1,5	17
13	1,5	17
14	1,7	14,5
15	1,7	14,5

Steinlen's Gewinde (1878)

Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.
3	0,5
4	0,75
5	1
6	1
7	1,25
8	1,25
9	1,5
10	1,5
11	1,75
12	1,75
13	2
15	2
18	2,5
20	2,5

Gewinde des Vereins deutscher Ingen.

5	1,0
6	1,0
7	1,2
8	1,2
9	1,4
10	1,4
12	1,6
14	1,8
16	2,0
18	2,2
20	2,4

in Genf. Im Jahre 1876 war auf Veranlassung der dortigen *Société des Arts* eine Kommission zusammengetreten, um „die Mittel zu studiren, durch welche man die Annahme eines gleichmässigen Schraubensystems in allen Uhrmacherwerkstätten der Schweiz erzielen könnte." Nach Thury's Angaben[1]) bezog sich der Auftrag der Kommission auf alle Schrauben, welche von Uhrmachern, sowie von den für die

[1]) *Systématique des vis horlogères.* S. 1.

Uhrmacherei beschäftigten Mechanikern gebraucht werden, und zwar sollten, soweit als möglich, alle diese Schrauben gesammelt und sodann nach ihren inneren und äusseren Durchmessern, sowie nach ihren Gangformen vermessen werden. Hierauf sollte man versuchen, ein System aufzustellen, welches sich möglichst wenig von den in der Praxis gebräuchlichen Schrauben entferne und dabei zugleich die grösste, theoretisch zulässige Einfachheit darböte, in der Art, dass das ganze

Tafel B.

Whitworth-Gewinde (1881) für Uhrmacher und Mechaniker.					**Thury-Gewinde.** $S = 0{,}9''$, $D = 6\,S^{\frac{6}{5}}$.			**Dietzschold's Gewinde.** $D = 7\,S^{\frac{5}{4}}$.	
Nr. der Schraube.	Durchmesser in engl. Zoll	Zahl der Gänge auf 1 Zoll.	Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.	Nr. der Schraube.	Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.	Durchm. in Millimeter.	Ganghöh. in Millimeter.
10	0,010	400	0,25	0,06	+ 22	0,37	0,098	0,25	0,07
11	011	400	28	06	21	42	11	3	08
12	012	350	30	07	20	48	12	35	09
13	013	350	33	07	19	54	14	4	10
14	014	300	36	08	18	62	15	45	11
15	015	300	38	08	17	70	17	5	12
16	016	300	41	08	16	79	19	6	14
17	017	250	43	10	15	0,90	21	7	16
18	018	250	46	10	14	1,0	23	8	18
19	019	250	48	10	13	1,2	25	0,9	19
20	0,020	210	0,51	0,12	12	1,3	0,28	1,0	0,21
22	022	210	56	12	11	1,5	31	1,2	24
24	024	210	61	12	10	1,7	35	1,5	29
26	026	180	66	14	9	1,9	39	2,0	37
28	028	180	71	14	8	2,2	43	2,5	44
30	030	180	76	14	7	2,5	48	3,5	57
32	032	150	81	17	6	2,8	53	5	0,76
34	034	150	86	17	5	3,2	59	7	1
36	036	150	91	17	4	3,6	66		
38	038	120	0,97	21	3	4,1	73		
40	0,040	120	1,02	0,21	2	4,7	0,81		
45	045	120	1,14	21	+ 1	5,3	0,9		
50	050	100	1,27	25	**0**	**6,0**	**1,0**		
55	055	100	1,40	25	— 1	6,8	1,1		
60	060	100	1,52	25	2	7,7	1,2		
65	065	80	1,65	32	3	8,8	1,4		
70	070	80	1,78	32	4	10	1,5		
75	075	80	1,90	32	5	11	1,7		
80	080	60	2,03	42	6	13	1,9		
85	085	60	2,16	42	7	15	2,1		
90	0,090	60	2,29	0,42	8	17	2,3		
95	095	60	2,41	42	9	19	2,6		
100	0,100	50	2,54	0,51	— 10	21	2,9		

System in sehr wenig Worten sich ausdrücken liesse. Endlich sollten noch, sobald ein oder mehrere, den vorstehenden Bedingungen ausreichend genügende Systeme

gefunden sein würden, die sämmtlichen Betheiligten zur Aeusserung über die Vorschläge der Kommission veranlasst werden, so dass die Grundsätze dieser Vorschläge nur als Ausgangspunkt für die endgiltigen Festsetzungen gelten sollten. Prof. Thury hat die an vorletzter Stelle genannte Aufgabe in einer sehr geistreichen Weise gelöst und in dem vorher genannten Werke die Ergebnisse aller Arbeiten jener Kommission veröffentlicht. Dieses Buch berichtet zunächst über die Vermessungen der aus den verschiedensten Werkstätten eingeforderten Schrauben und entwickelt sodann ein durchaus eigenartiges Gewindesystem, das sich wirklich recht kurz ausdrücken lässt und zugleich den Ergebnissen jener Vermessungen ziemlich nahe kommt.

Die Wichtigkeit des Thury'schen Systems erfordert es, dass wir bei demselben eingehender verweilen. Bei seiner Aufstellung ging Thury von wesentlich anderen Anschauungen aus, als sie bis dahin bei der Bearbeitung der Schraubennormen üblich waren. In der Regel legt man nämlich das Hauptgewicht auf die Durchmesser der Schrauben; dies aber scheint ihm für die Systemfrage nicht ganz richtig zu sein, er erachtet vielmehr[1]) im Hinblick auf die Herstellungsart der Schrauben ihre Ganghöhe oder, wie er sie nennt, ihre Ganglänge, für ein „fundamentaleres und konstanteres“ Element als den Durchmesser, indem schon durch das blosse Schneiden der Schrauben die ursprünglichen Durchmesser der Bolzen verändert würden. Er begründet deshalb sein System auf die Folge der Ganghöhen. Nun ist es aber klar, dass die Ganghöhen der Schrauben in einer Systemreihe nicht um gleiche Beträge von einander abweichen, also etwa von 0,1 zu 0,1 *mm* abnehmen können. Denn eine solche Reihe würde, wenn man sie von der grössten bis zur kleinsten Ganghöhe verfolgte, zuerst zu langsam, später zu schnell fortschreiten und zudem plötzlich mit derjenigen Ganghöhe, welche dem angenommenen Unterschiede gleich ist, enden. Am zweckmässigsten erscheint es ihm, die Ganghöhen nach einer geometrischen Reihe abnehmen zu lassen, und zwar nach Potenzen von $^4/_5$ oder von $^9/_{10}$. Wenn man demgemäss von der Schraube mit der Ganghöhe 1 *mm* ausgeht, so schliesst sich hieran zunächst die Ganghöhe 0,9, sodann $0{,}9^2 = 0{,}81$, ferner $0{,}9^3 = 0{,}729$, $0{,}9^4 = 0{,}6561$ u. s. f.

Für die Praxis sollen indessen nur die 2 oder 3 ersten Decimalstellen in Betracht kommen. Wenn nun die Ganghöhe einer Schraube dieser Reihe durch $0{,}9^n$ dargestellt wird, so gilt die Zahl n nach Thury als Nummer der Schraube, demnach gehört also, wie aus Tafel *B* (S. 407) des Näheren hervorgeht,

der Schraube Nr. 0 die Ganghöhe von 1 *mm* zu,
„ „ Nr. 1 „ „ „ 0,9 *mm* zu u. s. w.

Bildet man von 0,9 die Potenzen mit negativen Exponenten, so erhält man Schrauben mit Ganghöhen, die grösser als 1 *mm* sind.

Die Schraube Nr. —1 hat die Ganghöhe von $^{10}/_9$ *mm* = 1,1 *mm*,
„ „ Nr. —2 „ „ „ „ $^{100}/_{81}$ *mm* = 1,2 *mm* u. s. w.

Thury legt besonderes Gewicht darauf, dass sein Gewindesystem bei Benutzung dieser negativen Potenzen auf Schrauben aller Dimensionen, also nicht nur auf solche für Uhrmacher, sondern auch auf diejenigen für Maschinenbauer und Feinmechaniker Anwendung finden könne.

Für die Beziehung zwischen Durchmesser und Ganghöhe stellt Thury sodann eine Formel auf, welche dem Theoretiker verhältnissmässig einfach, aber dem

[1]) Am angegebenen Orte S. 12.

Praktiker etwas weit hergeholt erscheinen wird. Er stellt nämlich die folgenden Ueberlegungen an. Das Verhältniss von äusserem Durchmesser zur Ganghöhe könne kein konstantes sein, vielmehr müsse es, wie dies in fast allen Schraubensystemen auch der Fall ist, mit den Abmessungen der Schraube wachsen. Dies habe vorzugsweise darin seinen Grund, dass die Kraft der Schraube mit der Feinheit des Ganges zunehme, während zu gleicher Zeit der Widerstand des Schraubenkernes sich vermindere. Wenn nun der Durchmesser als Funktion der Ganghöhe dargestellt werden solle, so sei zu beachten, dass der Ganghöhe 0 auch der Durchmesser 0 entsprechen, d. h. in der gesuchten Funktion ein konstantes, von der Ganghöhe unabhängiges Glied fehlen müsse. Da ferner der Ausdruck so einfach wie möglich gestaltet sein solle, so könne die Funktion nur ein einziges Glied enthalten. Auf diesem Wege kam Thury zunächst zu der allgemeinen Formel $D = C \, . \, S^k$, worin C einen konstanten Faktor bedeutet. Da für die Steigung $S = 1$ *mm* $S^k = 1$ wird, so stellt dieser konstante Faktor den äusseren Durchmesser der Schraube mit der Ganghöhe von 1 *mm* dar. Aus den angestellten Messungen an den eingeforderten Uhrmacherschrauben folgert Thury, dass dieser Durchmesser am Besten zu 6 oder allenfalls zu 7 *mm* anzunehmen ist. Endlich wird k auf folgendem Wege bestimmt. Der einfachste Werth $k = 1$ würde ein konstantes Verhältniss zwischen Durchmesser und Ganghöhe ergeben, was sich als unzulässig erwiesen habe. Der Werth $k = 2$ würde eine schnellere Abnahme dieses Verhältnisses zur Folge haben, als praktisch erlaubt ist; z. B. würde dann die Schraube mit der Ganghöhe 0,1 *mm* einen Durchmesser $D = 6\,(0{,}1)^2 = 0{,}06$ *mm* haben, was natürlich unmöglich wäre. Wollte man k über 2 hinaus wachsen lassen, so würde dieses Missverhältniss sich noch mehr steigern. Daraus folgert Thury, dass k ein Bruch zwischen 1 und 2 sein müsse. Die einfachsten Brüche dieser Art sind $^3/_2$, $^4/_3$, $^5/_4$, $^6/_5$, $^7/_6$, u. s. w. Der erste dieser Brüche, $^3/_2$, giebt noch immer eine zu schnelle Abnahme der Durchmesser. Auch $^4/_5$ liefert eine Reihe, welche mit den Messungsergebnissen für Uhrmacherschrauben wenig übereinstimmt.

Schliesslich gelangt Thury zu zwei Formeln, welche er beide als zufriedenstellend ansieht, nämlich zu

$$D = 6\,S^{\frac{6}{5}} \text{ und } D = 7\,S^{\frac{5}{4}}.$$

Er selbst giebt der ersten Formel den Vorzug und sie ist auch seinem „schweizer Gewinde“ zu Grunde gelegt.

Aus diesen Formeln berechnen sich die Durchmesser als irrationale Zahlen, die wiederum durch Weglassen der dritten und weiteren Dezimalstellen abgekürzt werden. Tafel B enthält die Durchmesser und Steigungen von Thury's schweizer Gewinde[1]) für die Schrauben Nr. + 22 bis − 10. Thury selbst scheint die Anfertigung seiner Schrauben nach unten hin bis zu Nr. + 25 ($D = 0{,}25$ *mm*, $S = 0{,}072$[2])) ausdehnen zu wollen.

Die in der angegebenen Weise berechnete Reihe der Durchmesser soll übrigens erforderlichen Falles noch durch Interpolation von Zwischenwerthen erweitert werden. Hierbei werden die Unterschiede zwischen aufeinanderfolgenden Werthen jener Reihe in 2 oder 3 gleiche Theile zerlegt, die erhaltenen Ergänzungsdurchmesser verbindet man mit den Ganghöhen der zugehörigen normalen Durch-

[1]) Diese Tafel ist einem kurzen Abriss des Thury'schen Systems in *Notice sur le système des vis de la filière suisse, par M. Thury, Genève, bei Georg 1880* entnommen. Die Abkürzungen gehen dort etwas weiter, als in dem grösseren Werke. — [2]) Die Ganghöhen für die Schrauben No. + 22 bis + 25 werden auf 3 Dezimalstellen angegeben.

messerwerthe. Schrauben für Ausnahmefälle endlich fertigt man mit irgend einem Durchmesser jener Reihe und irgend einer Ganghöhe aus der Reihe $0{,}9^n$ an.

Für die Gangform stellt Thury in seinem grösseren Werke bindende Regeln nicht auf, er kommt auf Grund der angestellten Messungen nur zu dem Schluss, dass bei Uhrmacherschrauben die Gangtiefe als normal anzusehen sei, wenn sie 0,6 der Ganghöhe erreicht und dass vermuthlich, um dieses Ergebniss zu erlangen, bei neuen Schneideisen die Gangtiefe zu 0,66 bis 0,7 der Ganghöhe gewählt werden müsse. Wie aus seinen weiteren Ausführungen hervorgeht, denkt er dabei ausschliesslich an abgerundete Gänge, obwohl er selbst kurz vorher angiebt, dass scharf geschnittene und abgeflachte neben den abgerundeten Formen in Betracht kommen. In dem kleineren Werke *„Notice sur le système des vis de la filière suisse“* giebt er ausdrücklich an, welche Gangform für die nach seinem System hergestellten schweizer Gewinde endgiltig angenommen worden ist. Für die mit dem Schneideisen anzufertigenden Schrauben und zwar für alle, deren Durchmesser kleiner als 6 *mm* ist (mit positiven Nummern), wird die (wirkliche) Gangtiefe gleich 0,6 der Ganghöhe gewählt, die Gänge werden abgerundet und zwar an der Spitze mit einem Bogen, dessen Radius $^1/_6$ der Ganghöhe, am Boden mit einem solchen, dessen Radius $^1/_5$ der Ganghöhe gleichkommt; der Winkel der Gangform hat dabei die Grösse von 47,5°. Die Gänge des zugehörigen Muttergewindes sind also etwas breiter als diejenigen der Schraube; die Anordnung scheint deswegen gewählt zu sein, weil diese kleinen Schrauben vielfach auch in Messing eingeschraubt werden sollen und der Widerstand der Messinggänge geringer ist, als derjenige von Stahlgängen gleicher Abmessungen. Für die auf der Drehbank herzustellenden grösseren Schrauben nimmt Thury die von Steinlen im Jahre 1878 angegebene Gangform (S. 404) an, deren Winkel also 53° 8′ beträgt, während die wirkliche Gangtiefe 0,75 der Ganghöhe ausmacht, indem die Gänge oben und unten bis auf $^1/_8$ der idealen Gangtiefe durch einen Bogen des Radius 0,1011 der Höhe abgerundet sind.

Herr Thury ist jedenfalls der ihm gestellten Aufgabe in sehr geschickter und wohldurchdachter Weise nachgekommen; dass aber dabei sein System auch den Anforderungen der Praxis des Maschinenbaus oder auch nur der Feinmechanik genügt, kann ich meinerseits nicht anerkennen. Ihm selber ist die schwache Stelle seines Systems keineswegs entgangen. Er sagt: „Die Werthe der Durchmesser und Ganghöhen, ausgedrückt durch drei Dezimalen, würden mit Hilfe der gebräuchlichen Messgeräthe nicht schwer zu messen seien, die einfache Transversalskale und das Schieberlineal mit Nonius geben drei charakteristische Stellen. Die Genauigkeit der Messinstrumente und die Geschicklichkeit der Arbeiter in dem Gebrauch derselben werden sich in der Folge steigern; die Arbeiter der Zukunft werden, wenn das Gesetz des Fortschritts auch hier herrscht, nicht begreifen, dass der einfache Nonius den Alten ein Zauberbuch gewesen.“ Die Richtigkeit des ersten dieser beiden Sätze möchte ich bestreiten; doch, es mag ja sein, dass die Uhrmacher bereits heute daran gewöhnt sind, auch bei den Arbeiten der Praxis hundertstel Millimeter zu messen, auch ist bei den ganz kleinen Schrauben, welche sie nicht entbehren können, die Ermittlung der Abmessungen ohne umständlichere Hilfsmittel überhaupt unmöglich; für den Mechaniker und den Maschinenbauer besteht jedenfalls das dringende Bedürfniss, sowohl bei der Herstellung von Arbeitszeichnungen als bei der Auswahl von Schrauben die Dimensionen der Gewinde mit den einfachsten Hilfsmitteln, d. h. auch mit einem guten Maassstab, feststellen zu können. Der Praktiker wird sich jetzt und, wie ich glaube, auch in der Zukunft niemals damit zufrieden geben,

auf Tafeln verwiesen zu werden, welche die Abmessungen der Schraube in hundertstel und tausendstel Millimetern angeben. Aus diesem Grunde sehe ich das Thury-Gewinde für die uns berührenden Zwecke der Praxis als nicht zureichend an.

In welchem Umfange übrigens dieses Gewinde in der Uhrmacherei der Schweiz eingeführt ist, habe ich nicht ermitteln können. Ich bin mit Herrn Thury deshalb in unmittelbare Verbindung getreten, habe aber einen Bescheid auf meine Anfrage bisher nicht erhalten. Nach privaten Mittheilungen von anderer Seite soll das Gewindesystem die von seinem Erfinder gewünschte Verbreitung in der Schweiz noch nicht erlangt haben.

Einen Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme, dass die Thury'schen Gewindedimensionen mit ihren hundertstel und tausendstel Millimetern den Bedürfnissen der Praxis nicht genügen, bietet der interessante Umstand dar, dass in dem einen Falle, in welchem die Anwendung des Thury-Gewindes für Uhrmacherschrauben ausserhalb der Schweiz bekannt geworden ist, nur die von Thury aufgestellte Beziehung zwischen Durchmesser und Ganghöhe Annahme gefunden hat, während die Durchmesser auch dort, ausschliesslich nach zehntel und ausnahmsweise nach zwanzigstel Millimetern fortschreiten. Der Direktor der Uhrmacherschule zu Karlstein in Nieder-Oesterreich, Herr Dietzschold, hat nämlich, nachdem er sich bereits früher mit der Aufstellung eines Systems für Uhrmacherschrauben viel beschäftigt hatte, im Jahre 1883 ein Normalsystem veröffentlicht[1]), dem die Beziehung $D = 7\,S^{\frac{6}{5}}$ zu Grunde liegt. Er geht jedoch dabei keineswegs, wie Thury, von der Ganghöhe aus, sondern berechnet umgekehrt diese aus dem Durchmesser, allerdings auch grösstentheils bis auf 3 Dezimalstellen. (In Tafel *B* werden die Durchmesser und Ganghöhen angegeben, doch sind dort nur 2 Dezimalen aufgenommen worden.) Uebrigens scheint Dietzschold auch auf diese Thury'sche Formel nicht übermässig viel Gewicht zu legen, denn er führt neben dem Normalsystem ein eigenes Supportschraubengewinde ein, bei welchem die Steigungen gleich 0,1 der Durchmesser sind und die letzteren nur nach ganzen Millimetern fortschreiten.

Das Thury-Gewinde würde, so interessant es an sich ist, uns gleichwohl nicht so lange beschäftigt haben, wenn es nicht noch an einer ganz anderen Stelle eingeführt worden wäre und zwar an einer Stelle, wo man es am wenigsten erwarten möchte, in England. Dort sind im Anfange dieses Jahrzehnts insbesondere seitens der Verfertiger elektrischer Instrumente zahlreiche Wünsche nach Einführung einheitlicher Schraubennormen für die Feinmechanik laut geworden. Daraufhin hat Whitworth im Jahre 1881 ein Schraubensystem für Feinmechaniker und Uhrmacher veröffentlicht, dessen Einzelheiten Tafel *B* (S. 407) an erster Stelle giebt[2]). Wie man sieht, schliessen sich dieselben durchaus an die grösseren Whitworth-Schrauben der Tafel *A* an, wenn es auch auffällt, dass die Schraube, die in beiden Systemen übereinstimmende Durchmesser hat, Nr. 100 des Gewindes von 1881, in diesem System 50 Gänge, in dem älteren System 48 Gänge auf 1 Zoll aufweist.

[1]) *Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst, Leipzig 1883. S. 116.* — [2]) Auffallender Weise finden sich in Karmarsch und Heeren's *Technischem Wörterbuch, Band 7, S. 791* theilweise ganz andere Angaben über dieses Gewinde. Dort wird z. B. für Nr. 10 die Zahl der Gänge zu 250, für Nr. 20 zu 180 angegeben. Woher diese Zahlen stammen, ist mir unbekannt. Die in Tafel B mitgetheilten Werthe sind der obenerwähnten Originalveröffentlichung von Whitworth entnommen, welche ich der Freundlichkeit des Herrn H. J. Chaney, des obersten Leiters des *Standards-Office* zu London, verdanke. Durch die Güte dieses Herrn bin ich auch in den Besitz des Berichtes über die Verhandlungen des englischen Schraubenkomitees von 1883 gelangt.

Das Charakteristische der Whitworth-Gewinde von 1881 ist der Gedanke, die Numerirung von der Grösse der Durchmesser abzuleiten. Letztere schreiten nach 0,001 Zoll fort und die Anzahl der tausendstel Zolle, welche dem Durchmesser entspricht, gilt als Nummer der Schraube. Die kleinste Schraube hat einen Durchmesser von 0,01 Zoll oder von 0,25 *mm*. Die Durchmesser der ersten 10 Nummern schreiten um je 0,001 Zoll, diejenigen der Nummern 20 bis 40 um je 0,002 Zoll, die Durchmesser der höheren Nummern endlich um je 0,005 Zoll fort.

Dieses Whitworth-Gewinde hat jedoch keine Anwendung gefunden. Im Jahre 1882 trat ein Komitee der *British Association* zusammen, um zu berathen, welche Schrauben für Uhrmacher und Feinmechaniker sowie für die Herstellung elektrischer Apparate zu verwenden seien. In diesem Komitee fand Whitworth's Vorschlag erheblichen Widerspruch seitens der englischen Physiker, welche erklärten, dass für wissenschaftliche Instrumente eine Schraube, die nicht auf metrischem Maasse beruhte, nicht eingeführt werden könnte. Da Whitworth an seinem nach englischem Maass fortschreitenden Schrauben festhielt, so kam es zu keiner Einigung. Inzwischen war aber auch bei den Uhrmachern in England, und nicht minder in Amerika, das Bedürfniss nach Einführung einheitlicher Schraubennormen hervorgetreten, insbesondere nachdem in der Uhrenfabrikation seit einer Reihe von Jahren die Theilung der Arbeit sich im weitesten Umfange ausgebildet hatte und es nöthig geworden war, die Fabrikation so einzurichten, dass jeder beliebige Uhrentheil durch einen ebensolchen, von einem anderen Arbeiter und an anderer Stelle gefertigten ersetzt werden kann. Es scheint, als ob die englischen Uhrmacher durch private Abmachungen über die Annahme eines metrischen Gewindes sich verständigten, bei welchem die Durchmesser nach 0,1 *mm* fortlaufen. Einer solchen Vereinbarung gegenüber hatte das neue Whitworth-Gewinde den Boden verloren, nunmehr konnte es aber auch für die Feinmechanik nicht mehr aufrecht erhalten werden. Im Jahre 1883 trat das Komitee der *British Association* zu einer neuen Berathung zusammen, an welcher sich die folgenden Herren betheiligten: Sir Jos. Whitworth, Sir W. Thomson, Sir F. J. Bramwell, A. Stroh, Beck, W. H. Preece, E. Crompton, E. Rigg, A. Le Neve Foster, Latimer Clark, H. Trueman Wood und Buckney. Man gelangte nunmehr zu dem Kompromiss, Thury's System für die Schrauben an elektrischen Instrumenten vorzuschlagen. Dabei sagte man sich, was Thury selbst schon betont hatte, dass sein System, wenn man von der einen Schraube mit der Ganghöhe 0,9 *mm* absieht, streng genommen nicht einem besondern Maasssystem angepasst sei. Denn in der That ist es gleichgiltig, ob man die nach vielen Dezimalstellen fortschreitenden Werthe der Ganghöhen und die irrationalen Zahlen der Durchmesser in Millimetern oder in englischen Zollen ausdrückt.

Man einigte sich demnach dahin, die Thury-Schrauben anzunehmen und dabei, um den Gebrauch derselben den englischen Arbeitern zu erleichtern, die Durchmesser und Ganghöhen in tausendstel Zoll auszudrücken. Auch für die Gangform wurde das Muster des Thury-Gewindes beibehalten, nur wollte man sich zu einer verschiedenen Abrundung an der Spitze und am Boden der Gänge nicht verstehen, weil es unmöglich sei, bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Schrauben solche geringen Unterschiede mit dem blossen Auge wahrzunehmen. Man entschied sich dafür, die Gänge oben und unten in gleicher Weise abzurunden, nämlich mit dem Kreisbogen eines Radius von $^{2}/_{11}$ der Ganghöhe.

Es sind Erkundigungen darüber eingezogen worden, in wieweit die Vor-

schläge jenes Komitees der *British Association* in die englische Technik Eingang gefunden haben; nach zuverlässigen Mittheilungen wird das Thury-Gewinde in England nur im öffentlichen Telegraphenwesen, dagegen nicht in der Privattechnik benutzt.

Der Vollständigkeit wegen sei hier noch einer kürzlichen Veröffentlichung der auf elektrischem Gebiete wohl bekannten Firma Ganz & Co. in Budapest gedacht. Im *Centralblatt für Elektrotechnik*[1]) theilt dieselbe das Gewindesystem ihrer Feinmechaniker mit, bei dem die Durchmesser nach ganzen und zum Theil nach halben Millimetern fortschreiten, während die Ganghöhen durch die Zahl der auf einem englischen Zoll vorhandenen Gänge bestimmt sind. Das System will also dem metrischen Maass gerecht werden und gleichwohl betreffs der Herstellung der Schrauben auf die viel verbreiteten englischen Drehbänke zurückgreifen. Das Seltsamste an dieser Zusammenstellung ist aber, dass bei den meisten Ganz'schen Schrauben keineswegs eine ganze Anzahl von Gängen auf 1 Zoll kommt. Beispielsweise wird für die Schraube mit dem Durchmesser 1 *mm* die Zahl der Gänge zu 100,3, für den Durchmesser 5 *mm* die Zahl zu 34,9 u. s. f. angegeben. Dass man es für angezeigt erachtet, ein Schraubensystem von so geringer innerer Konsequenz der Oeffentlichkeit bekannt zu geben, beweist am Besten, wie wenig geklärt die Anschauungen der Praxis auf diesem Gebiete noch sind, und andrerseits, ein wie dringendes Bedürfniss nach einheitlicher und folgerichtiger Lösung dieser Frage besteht.

Nach diesen langen Abschweifungen lassen Sie mich wieder zu dem dritten Theil unserer Anträge zurückkehren. Wenn man für die Berathungen der zu erwählenden Kommission gewisse Anhaltspunkte aufstellen soll, so kommt in erster Linie in Frage, ob es etwa nöthig ist, sich für ein Gewindesystem nach Art des Thury'schen zu entscheiden, d. h. feste, und dabei durch eine einfache Formel ausdrückbare Beziehungen zwischen Durchmesser und Ganghöhe aufzustellen. Wie ich bereits im Eingang andeutete, erachte ich die Einhaltung solcher Beziehungen, insbesondere wenn man die sämmtlichen Gewinde der Feinmechanik in Betracht zieht, weder für nöthig noch überhaupt für möglich. Für Rohrgewinde wird man bei der Wahl der Ganghöhe in den meisten Fällen weit mehr Rücksicht auf die Wandstärke der Rohre als auf deren Durchmesser zu nehmen haben, da es dort vor Allem darauf ankommt, ohne die Wandung zu sehr zu schwächen, ein brauchbares Gewinde in oder auf das Rohr zu schneiden. Auch kommt man für Mess- und andere Bewegungsschrauben mit einem System, welches für jeden Durchmesser nur eine Ganghöhe giebt, nicht aus, denn häufig genug macht sich das Bedürfniss geltend, zwei oder mehr Schrauben mit gleichen Durchmessern und durchaus verschiedenen Ganghöhen herzustellen. Für Befestigungsschrauben besteht ein Bedürfniss dieser Art nicht, hier ist deshalb die Einhaltung gewisser Beziehungen zwischen Durchmesser und Ganghöhe wohl möglich. Daraus folgt jedoch noch keineswegs, dass diese Beziehungen durch eine einfache Formel sich darstellen lassen müssen. Ich halte es ohnedies nicht für ausgemacht, dass ein System mit einfacher Formel und dabei mit Schraubenabmessungen in Zahlen von 2 und 3 Dezimalstellen den Vorzug verdiente vor einer systematischen Schraubenfolge, welcher gar keine Formel zu Grunde liegt, bei der aber die Schraubenabmessungen durch möglichst einfache Zahlenwerthe ausgedrückt sind. Jedenfalls reicht es für die Praxis zunächst aus, wenn nur jedem Durchmesser eine bestimmte, passend gewählte Ganghöhe zugeordnet wird. Auch Whitworth und Sellers sind bei Aufstellung ihrer Systeme nicht anders verfahren. Wenn überhaupt, abgesehen von Thury, bei irgend welchen Systemen die

[1]) *Bd. 12. Nr. 2. S. 31, München. Juli 1889.*

Beziehungen zwischen Durchmesser und Ganghöhe durch Formeln ausgedrückt werden, so dienen diese meistentheils gar nicht zur Berechnung der genauen Zahlen für die Ganghöhen, sondern liefern nur gewisse Näherungswerthe derselben. In diesem Sinne kann man später vielleicht daran gehen, solche formelmässige Beziehungen auch für die Befestigungsschrauben der Feinmechanik aufzusuchen. Das nächste Ziel der Kommission muss jedoch in etwas Anderem bestehen; sie hat vor Allem erst festzustellen, welche Schrauben als übliche anzusehen sind. Die Aufstellung von Gesichtspunkten für die Berathungen der Kommission muss sich deshalb, soweit sich dieselben auf die Durchmesser und Ganghöhen beziehen sollen, darauf beschränken, die Nothwendigkeit der unbedingten Anlehnung an das metrische Maass zu betonen.

Der erste Punkt unserer hierher gehörigen Anträge schlägt demgemäss vor, dass bei allen Gewinden der Feinmechanik die Ganghöhen ganzzahlig in zehntel Millimetern sich ausdrücken lassen sollen. Wenn hierbei die Vorschrift über die Ganghöhe an die Spitze von Nr. 3 gestellt ist, so liegt es uns gleichwohl fern, etwa wie Thury, derselben mehr Gewicht beilegen zu wollen als dem Durchmesser. Wir übersehen nicht, dass es vor Allem von grösster Bedeutung für den Konstrukteur wie für den Praktiker ist, wenn gerade die Durchmesser der Schrauben in metrischem Maasse in einfacher Weise sich angeben lassen. Während aber der Vorschlag unter Nr. 3a sowohl Schrauben als Rohrgewinde umfasst, sind unter 3b die letzteren ausser Acht geblieben, weil an ihre Durchmesser die nämlichen, durchgängigen Anforderungen wie an die äusseren Durchmesser der Schrauben nicht ohne Weiteres gestellt werden dürfen. Beispielsweise kann man bei den in Rohre eingeschnittenen Gewinden nur für die kleineren, mit den ursprünglichen inneren Rohrweiten übereinstimmenden Durchmesser bestimmte Bedingungen aufstellen, die grösseren Durchmesser dieser Gewinde werden dagegen durch die Tiefe der Gänge mitbedingt. Andererseits pflegt man schon jetzt die Rohrweiten ausschliesslich auf metrisches Maass zu beziehen.

Für die äusseren Durchmesser der Befestigungs- und Bewegungsschrauben verlangt nun die Vorschrift unter Nr. 3b ein Fortschreiten nach ganzen, halben oder fünftel Millimetern; für ein Fortlaufen nach zehntel Millimetern liegt ein Bedürfniss nicht vor, ja selbst das Hinabgehen bis zu fünftel Millimetern wird nur selten nöthig sein.

Der letzte Punkt unserer Anträge unter Nr. 3 betrifft die Gangform. Nach meinen früheren Auseinandersetzungen ist diese bei den Rohrgewinden von geringer Bedeutung. Aber auch die Bewegungsschrauben sind in diesem Punkte unserer Vorschläge weggelassen worden, weil betreffs der Gangformen derselben noch eine weitere Klärung der Meinungen abzuwarten ist. Ueberdies ist es gerade am Dringendsten, dass man betreffs der Gangform der Befestigungsschrauben bald zu einer Einheitlichkeit gelangt. Aber auch schon hierüber waren Anfangs bei unseren Berathungen die Meinungen sehr getheilt, erst in der letzten Sitzung hat sich der vorbereitende Ausschuss — und zwar unter allseitiger Zustimmung der anwesenden Mitglieder — für die beiden Vorschläge unter Nr. 3c entschieden. Ich weiss, dass auch viele von Ihnen nicht sofort in diesem Punkte unseren Meinungen beipflichten werden, doch hoffe ich, dass Sie vielleicht schon im Verlaufe der heutigen Erörterung oder wenigstens im weiteren Verfolge der Berathungen der zu erwählenden Kommission zu demselben Schlusse gelangen werden wie wir.

Um für die Gangform der Befestigungsschrauben eine sichere Unterlage zu

gewinnen, haben wir aus verschiedenen grösseren mechanischen Werkstätten Gewindebohrer und Schrauben erbeten und deren Dimensionen durch mikroskopische Messungen ermittelt. Diese wurden in der Reichsanstalt durch den Assistenten derselben, Herrn Blaschke, ausgeführt und bezogen sich auf Durchmesser, Ganghöhe und Gangform der einzelnen Gewinde. Sie zeigten, dass eine grosse Verschiedenheit in den Gangformen der zur Zeit gebräuchlichen Schrauben herrscht. Doch beweist die umstehende Tafel C, dass unter den Gewinden von sieben Werkstätten, deren jede eine grössere Reihe verschiedener Bohrer oder Schrauben zur Messung eingesandt hatte, die scharfgeschnittene Form durchweg häufiger auftritt als die abgerundete oder abgeflachte. Nur in drei Fällen, bei den Gewinden der Herren Bamberg, Fuess und Zeiss, erreicht die Zahl der nicht scharf geschnittenen Gänge einen namhaften Werth und nur bei den Fuess'schen kommt sie der Zahl der scharf geschnittenen Gänge einigermaassen nahe. Dagegen wurde bei den im Telegraphenwesen überaus weit verbreiteten Gewinden der Herren Siemens & Halske nicht in einem einzigen Falle ein anderer als scharfer Gang gefunden und nahezu ebenso stellt sich das Ergebniss für die Schrauben der Herren A. Repsold Söhne dar. Dazu kommt, dass viele der als nicht scharfgängig hier aufgeführten Gewinde dem Augenschein nach als stark abgenutzt oder als durch wiederholtes Nachschneiden entartet angesehen werden müssen.

Trotzdem die Ergebnisse dieser Messungen der Wahl scharfgängiger Schrauben überaus günstig erschienen, wurde bei unseren Berathungen von einer Seite lebhaft für die Einführung abgerundeter oder abgeflachter Gangformen eingetreten, indem auf die schnelle Abnutzung der scharfen Gänge hingewiesen wurde. Dem gegenüber betonte man, dass es schwierig, wenn nicht unmöglich sei, wirklich gleichartige Normalbohrer von anderen als scharfen Gangformen anzufertigen, auch hob man hervor, dass bei kleineren Schrauben eine Abflachung oder Abrundung der Gänge wenig zweckmässig sei, weil in solchem Falle die Muttergewinde weit weniger Berührungsfläche mit der Schraube haben als bei scharfgeschnittenen Gängen. Sodann wurde nachgewiesen, dass die in Folge von Abnutzung eintretende Abrundung scharfer Gänge selbst bei unbrauchbar gewordenen Schrauben oben und unten höchstens je 0,05 der ursprünglichen Gangtiefe betrage, während bei absichtlich abgerundeten oder abgeflachten Gängen die Verminderung der idealen Gangtiefe oben und unten wenigstens den achten Theil derselben erreiche. Auf Grund solcher Erwägungen einigte man sich dahin, für die auszugebenden Normalbohrer die scharfgeschnittene Gangform vorzuschlagen, obwohl man sich nicht verhehlte, dass die scharfen Kanten nicht erhalten bleiben könnten; nur meinte man, dass die Abnutzung der Gänge zu einem nennenswerthen Betrage nicht ansteigen würde. Wenn man dafür Sorge trüge, dass die als wirkliche Normale dienenden Musterbohrer nur wenig gebraucht werden, dürften Schwierigkeiten aus der Forderung scharfgeschnittener Gänge nicht entstehen.

Unser Vorschlag geht ferner dahin, den Winkel der Gangform zu 53° 8′ anzunehmen. Bei den Vorberathungen wurde von dem auf diesem Gebiete sehr erfahrenen Herrn Reichel geltend gemacht, dass für Bewegungsschrauben nicht minder, als für Befestigungschrauben die gewöhnliche Annahme, wonach Schrauben mit verschiedenen Winkeln nicht entbehrt werden können, auf einem blossen Vorurtheil beruhte. Doch wollten andere Theilnehmer der Berathungen dies nicht zugeben und meinten, dass Gewinde mit möglichst tiefen Gängen und kleineren Winkeln für Bewegungsschrauben manchmal gute Dienste leisten könnten, obwohl sie die Unzweckmässigkeit der Verwendung zu spitzer Winkel nicht verkannten. Ein Ausgleich der ver-

schiedenen Anschauungen war für Bewegungsschrauben nicht zu erzielen, wohl aber war man einstimmig der Meinung, dass für Befestigungsschrauben ein einziger Winkel unter allen Umständen ausreichte. Man stützte sich dabei vornehmlich auf die Ergebnisse der mehrerwähnten Messungen an den der Praxis entnommenen Gewinden. Bei diesen schwanken, wie aus der nachfolgenden Tafel C hervorgeht, die Winkel der Gangform hin und her; bei den Schrauben derselben Werkstatt finden sich Winkel von 35 und von 73°. Dabei sind die Winkel für die weitaus meisten Gewinde grösser als 50°; bei den Gewinden von Repsold, Siemens & Halske, Stärke und Zeiss finden sich kleinere Winkel überhaupt nicht vor.

Tafel C.

In der unten verzeichneten Anzahl von Fällen fand sich:

bei Gewinden aus der Werkstatt der Herren:	die Gangform				der Winkel der Gangform							Vermessen wurden im Ganzen:
	scharf	abgerundet	abgeflacht	unbestimmt	über 71°	zwischen 70 u. 61°	zwischen 60 u. 51°	zwischen 50 u. 35°	unbestimmt	darunter als höchst. Werth	darunter als niedr. Werth	
C. Bamberg in Friedenau	44	10	4	3	2	18	29	11	1	75°	37°	61 Gewindebohrer.
R. Fuess in Berlin . .	31	13	7	7	1	10	20	27	0	73	35	58 Gewindebohrer.
A. Repsold Söhne in Hamburg	13	1	0	0	1	5	8	0	0	81	53	14 Schraub.
Siemens & Halske in Berlin	29	0	0	0	14	12	3	0	0	87	57	29 Schraub. (direkt für diese Messungen hergestellt.)
C. F. Stärke, Schraubenfabrikant in Berlin . .	35	2	2	0	3	26	10	0	0	75	55	39 Schraub.
Stollnreuther & Sohn in München	15	5	0	0	4	7	5	4	0	76	42	20 Gewindebohrer.
Carl Zeiss in Jena . .	10	6	0	0	4	6	5	0	1	93	51	16 Schraub.
Insgesammt:	177	37	13	10	29	84	80	42	2	93	35	237 Gewinde

Bei der Auswahl eines geeigneten Winkels kam einmal in Betracht, dass bei vielen in Fabriken angefertigten Befestigungsschrauben augenscheinlich die Absicht vorgelegen hat, der Gangform den Winkel von 55°, also den des Whitworth-Gewindes, zu geben. Sodann ist es, bei der innigen Beziehung zwischen der Grosstechnik und der Feinmechanik, von der höchsten Wichtigkeit, bei den einzuführenden Schraubennormen an das vom Verein deutscher Ingenieure angenommene System (S. 405), soweit als irgend thunlich, sich anzuschliessen. Nun sind wir zwar genöthigt, von der abgeflachten Gangform jenes Systems abzusehen und scharfgeschnittene Gänge zu wählen; es scheint aber kein Grund vorzuliegen, auch zu einem anderen Winkel überzugehen, umsomehr als bei der fabrikmässigen Herstellung von Schrauben die Erreichung eines bestimmten Winkels im Allgemeinen nur mit einer Genauigkeit von etwa 3° möglich ist, also für die Praxis ein erheblicher Unterschied darin nicht liegt, ob man einen Winkel von 55° oder einen solchen von 53° 8′ vorschreibt. Man entschied sich somit für den letztgenannten Winkel von 53° 8′. Dafür sprachen noch die zwei weiteren Umstände, dass einerseits dieser Winkel überaus leicht herzustellen ist, und dass andererseits das Verhältniss von Gangtiefe zur Ganghöhe für diesen Winkel gleich 1 wird, also den denkbar einfachsten Werth erreicht. In diesem Sinne nun unterbreiten wir Ihnen den Vorschlag,

Befestigungsschrauben sollen scharf, d. h. ohne Abrundung oder Abflachung, geschnitten sein, und die Ganghöhe soll mit der Gangtiefe übereinstimmen. Fig. 4 (S. 403) stellt Gänge dieser Art dar.

Ich komme nunmehr zu dem vierten unserer Anträge. Er will eine Kennzeichnung der Schrauben einführen, dieselbe soll durch zwei Zahlen erfolgen, deren erste die Ganghöhe in hundertstel Millimetern, deren andere den Durchmesser in Millimetern angiebt. Beide Zahlen sind durch einen schrägen Strich zu trennen. Bei scharfgängigen Schrauben mit dem unter Nr. 3c angegebenen Winkel[1]) erhält die vorstehende Kennzeichnung keinen weiteren Zusatz, während bei anderen scharfgängigen Schrauben der Quotient $\frac{\text{Gangtiefe}}{\text{Ganghöhe}}$, als Decimalbruch und in Klammern eingeschlossen, der Numerirung hinzugefügt werden soll.

Dieser Vorschlag soll einem unzweifelhaft dringenden Bedürfniss abhelfen. In dem vorberathenden Ausschuss wurde betont, dass die sofortige Einführung einer unzweideutigen, wenn auch nur vorläufigen Kennzeichnung der einzelnen Gewinde zahlreiche, jetzt unvermeidliche Weiterungen und Kosten ausschliessen würde. Eine neue Numerirung für Gewinde ist so zu wählen, dass in derselben die drei Elemente, Durchmesser, Ganghöhe und Gangform, zum Ausdruck gelangen. Unser Vorschlag beabsichtigt, dies in einfacher Weise zu erreichen und dabei die Gangform durch das Verhältniss der Gangtiefe zur Ganghöhe zu charakterisiren. Die Ganghöhe ist nur deshalb vorangesetzt worden, um die Form einer Nummer mehr zu wahren.[2]) Nun wäre es allerdings möglich gewesen, die Ganghöhen, nicht in hundertstel, sondern in zehntel Millimetern ausgedrückt, in die Numerirung aufzunehmen, um so mehr als, gemäss unseren Vorschlägen unter Nr. 3, die künftig in der Feinmechanik zu gebrauchenden Gewinde nur Ganghöhen in zehntel Millimetern aufweisen sollen. Die neue Numerirung wird jedoch wesentlich als vorläufige angesehen, ist also in erster Linie für die Uebergangszeit gedacht. Für diese Zeit wird man aber vorzugsweise mit Ganghöhen rechnen müssen, die sich in zehntel Millimetern nicht ganzzahlig ausdrücken lassen. Es mag noch erwähnt werden, dass auch der Vorschlag erörtert wurde, in die Numerirung statt des Werthes der Ganghöhe die Anzahl der auf 10 *mm* vorhandenen Gänge aufzunehmen. Doch würde bei solcher Bezeichnungsweise in den Nummern zahlreicher, viel gebrauchter Schrauben das Maass für die Ganghöhe in einem Bruche zum Ausdruck kommen, was man wohl vermeiden musste.

Die vorgeschlagene Kennzeichnung ermöglicht es, die Nummer jeder vorhandenen Schraube mit Hilfe eines gewöhnlichen Maassstabes zu ermitteln. Die Wahl des Winkels von 53° 8′ macht es überflüssig, eine besondere Kennzeichnung der Gangform für die künftigen Befestigungsschrauben mit normgemässen Abmessungen hinzuzufügen, weil die Gangtiefe gleich der Ganghöhe wird. Für scharfgeschnittene Schrauben anderer Gangform, wie sie in der Uebergangszeit bei Schrauben jeder Art, bei Bewegungsschrauben vielleicht auch später vorkommen werden, soll die Gangform durch den Quotienten von Gangtiefe durch Ganghöhe gekennzeichnet werden. Für andere als scharfgeschnittene Schrauben wird die genaue Kenn-

[1]) Dieser Winkel ist in der vom Mechanikertag angenommenen Resolution in Uebereinstimmung mit dem sonstigen Gebrauch als „Kantenwinkel“ bezeichnet, dies ist aber nicht streng richtig; in dem übrigen Theil des obigen Berichtes wird er „Winkel der Gangform“ genannt. — [2]) Der Berichterstatter ist inzwischen zu der Ueberzeugung gelangt, dass es doch wohl folgerichtiger ist, den Durchmesser voranzusetzen.

zeichnung der Gangform stets erforderlich sein, weshalb diese Schrauben bei der vorgeschlagenen vorläufigen Numerirung, wie schon Eingangs erwähnt, nicht berücksichtigt wurden.

Ich bin mit dem, was ich zu sagen hatte, für jetzt zu Ende. Ich bitte Sie nunmehr, unsere Vorschläge in Erwägung zu ziehen. Wir sind uns bewusst gewesen, dass die Aufgabe, die wir übernommen, überaus schwierig ist und dass wir sie keineswegs völlig erledigt haben. Sie ist aber eben nicht in wenigen Wochen oder Monaten zu lösen; nur fortgesetzte, gemeinsame Arbeit von vielen erfahrenen Männern kann sie zu befriedigendem Ziele führen. Wählen Sie daher in die vorgeschlagene Kommission Männer aus den verschiedenen Theilen Deutschlands und zwar solche, die sämmtlich bereit sind, in der Frage ernstlich zu arbeiten, so wird es hoffentlich gelingen, bis zu unserer nächstjährigen Versammlung diese Angelegenheit ein gutes Stück vorwärts zu bringen.

Auf den Vorschlag des Vorsitzenden wird hierauf im Hinblick auf die vorgerückte Zeit, sowie darauf, dass die Anträge noch nicht im Druck vorliegen, die weitere Berathung über die Schraubenfrage bis zum Beginn der Nachmittagssitzung ausgesetzt.

Dritte Sitzung. Montag den 16. September, Nachmittags. Vorsitzender: Zunächst Herr Dr. Krüss, später die Herren Jung und Loewenherz.

Es wird in der Berathung über die Einführung einheitlicher Schraubengewinde fortgefahren: Der Vorsitzende stellt die von Herrn Direktor Loewenherz entwickelten Vorschläge zur Erörterung.

Punkt 1 giebt zu dem Wunsche Veranlassung, dass eine Stelle von anerkannter autoritativer Bedeutung für die Aufbewahrung der Normale und als Prüfungsstelle für Mustergewinde gewonnen werden möge. Die Herren Pensky-Berlin und Dr. Westphal beantragen demgemäss, zu Punkt 1 hinzuzufügen:

„Es ist dahin zu streben, dass die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die hierzu erforderlichen Arbeiten übernimmt“.

Nachdem Herr Direktor Loewenherz erklärt hat, dass ein solcher Wunsch des Mechanikertages bei den zuständigen Reichsbehörden, wie er hofft, wohlwollende Aufnahme finden werde, wird der Zusatz einstimmig angenommen.

Punkt 2 wird nach Befürwortung durch Herrn Hartmann ohne weitere Erörterung gleichfalls angenommen.

Ueber Punkt 3, Gesichtspunkte für die Aufstellung von Normen, und Punkt 4, Kennzeichnung der Schrauben, entspinnt sich eine längere Debatte, an der sich die Herren Prof. Abbe, Direktor Loewenherz, Wanke-Osnabrück, Hartmann, Tesdorpf, Färber, v. Liechtenstein-Charlottenburg, Pensky, Dr. Pernet-Charlottenburg, Gebbert-Erlangen und Dr. Epstein-Frankfurt betheiligen. Hierbei zeigt sich, dass über die Vorschläge unter 3c, sowie über die Kennzeichnung der Schrauben die Ansichten noch vielfach auseinander gehen. Herr Färber meint, dass scharf geschnittene Befestigungsschrauben sich nicht für alle Metalle empfehlen, z. B. nicht für Gusseisen. Herr Gebbert-Erlangen erinnert an die, den Vorschlägen ähnliche, in Amerika übliche Kennzeichnung der Schrauben; Herr Dr. Pernet schlägt vor, die Ganghöhen in zehntel, statt in hundertstel Millimetern anzugeben; Herr Wanke hält es für besser, Ganghöhe wie Durchmesser in Dezimalbrüchen anzugeben und beide Brüche, statt durch

einen schrägen Strich, durch Punkte zu trennen, die sich in der Werkstatt besser ausführen liessen als der schräge Strich. Die Debatte zeigt, dass die Punkte 3c und 4 in ihrer vorliegenden Form noch nicht spruchreif sind, dass vielmehr der zu wählenden Kommission eine weitere Prüfung und Klärung der geäusserten Bedenken und Wünsche überlassen bleiben müsse. Demgemäss wird beschlossen, den Eingangsworten der Anträge Nr. 3 und 4 die nachstehende Fassung zu geben:

3. Der Mechanikertag empfiehlt „der nach 2 zu wählenden Kommission" . . .

4. Der Mechanikertag „empfiehlt", ... statt „beschliesst" . . . .

Endlich wird zu Nr. 4 der Zusatz angenommen:

„Die nach 2 zu wählende Kommission erhält den Auftrag, in erster Linie über eine etwaige Abänderung oder Weiterführung dieser Art der Kennzeichnung schlüssig zu werden".

Gemäss Beschluss Nr. 2 werden sodann als Mitglieder der Kommission gewählt: Die Berliner vorbereitende Schrauben-Kommission, bestehend aus den Herren Bamberg, Fuess, v. Liechtenstein, Loewenherz, Dr. Homann, Pensky, Rabe, Reichel, Staerke, Wanschaff, ferner die Herren Andrée-Kassel, Gebbert-Erlangen, Hartmann-Frankfurt, Ott-Kempten, Stollnreuther-München, Tesdorpf-Stuttgart und Wanke-Osnabrück.

Der Vorstand hat von eingehender Wiedergabe dieser Debatte abgesehen im Hinblick auf die später ausführlich zu veröffentlichenden Verhandlungen der Kommission; inzwischen haben einige Mitglieder der letzteren ihre Ansichten und Vorschläge dem Vorstande in erweiterter Form bereits unterbreitet. Auch ist die Anfertigung von scharfgeschnittenen Schrauben gemäss Nr. 3c bereits im Gange, um ihre Brauchbarkeit in der Praxis zu erproben, Die Kommission wird voraussichtlich über die weiteren Vorlagen für den nächstjährigen Mechanikertag in einer ausserhalb Berlins stattfindenden Sitzung schlüssig werden. Inzwischen wird sich der Vorstand an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt mit der Bitte wenden, an den Arbeiten für Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik, wie bisher, auch in der Folge sich betheiligen und die Leitung derselben, sowie im Sinne der Beschlüsse des Mechanikertages die Aufbewahrung der Normale und die Prüfung der Mustergewinde übernehmen zu wollen.

Den Vorsitz übernimmt Herr Jung. Die Versammlung tritt in eine Besprechung über Fachschulen ein.

Herr Direktor Loewenherz giebt zunächst im Auftrage des Herrn O. Jessen, Direktors der Berliner Handwerkerschule, Bericht über die Entwicklung der an dieser bestehenden Fachschule für Mechaniker. Sodann hebt er, im Hinblick auf die Forderung des Herrn W. Handke (*diese Zeitschr. 1889. S. 312*) nach Einführung praktischer Kurse in Verbindung mit dem theoretischen Unterricht der Fachschule, hervor, dass letztere in beschränktem Umfange bereits jetzt bestrebt sei, in jenem Sinne zu wirken. Dies komme vornehmlich in dem Unterricht über *Technologie* zum Ausdruck, der in zwei wöchentlichen Stunden (im ganzen 40 Stunden im halbjährlichen Kursus) in nachfolgender Weise angelegt sei:

I. Gussmodellkunde und Giesserei. (6 St.) Beschaffenheit der Modelle zum Formen. Die Giessereiarbeiten des Mechanikers (in Blei, Zinn u. s. w.). Das Giessen in verschiedenem Material (Lehm, Metall, Holz, Sand).

Das Formen: a) gewöhnlicher Körper, b) mit gewöhnlichem Kern, c) mit komplicirtem Kern, d) mit angesteckten Theilen, e) mit mehr als zwei Kästen, mehrtheiliges Formen mit Kernen u. s. w. Das Formen wird mittels Skizzen an der Wandtafel und an vielen wirklichen Gussmodellen erläutert. Zum Schluss

haben die Schüler, denen eine zweite Reihe Modelle vorgezeigt wird, durch eigenes Nachdenken zu finden, wie dieselben geformt werden können.

Die Massenformerei. Kunststücke der Formerei. Kunstgriffe des Modellkonstrukteurs und des Giessers, um Gusslöcher, Sprünge u. s. w. zu vermeiden.

Auf den Exkursionen in eine Messinggiesserei und in eine Eisengiesserei, die im Anschluss an den Unterricht gemacht werden, findet ein Vorformen einiger der durchgenommenen Modelle statt.

II. Materialienkunde. (4 St.) Die Metalle. Die Legirungen. Schmiedeeisen, Stahl, Gusseisen. Beabsichtigte und unbeabsichtigte Verwandlung des einen in das andere in der mechanischen Werkstatt. Herstellung der Stahlsorten in der Technik. Das Schwinden. Schmelztemperaturen und Ausdehnungskoefficienten der wichtigen Metalle. Das Hartgummi. (Eigenschaften, Herstellung und Verarbeitung. Exkursion in eine Hartgummiwaarenfabrik.) Das Holz. (Üble Eigenschaften, Schwinden, Ziehen, Werfen u. s. w.)

III. Bearbeitung des Eisens und Stahls durch Wärmeveränderung. (4 St.) Das Härten. Die Härteflüssigkeiten. Schädliche und nützliche Beimischungen zum Härtewasser. Veränderung des Volumens. Das dadurch bewirkte Verziehen und Springen. Vermeidung des letzteren. Das Härten bestimmter Gegenstände. Das Anlassen. (Farben und Temperaturen.) Das Anlassen bestimmter Gegenstände. Das Anlassen in Bädern. Das Abbrennen in Oel. Beabsichtigte Veränderungen des Volumens und der Form. Geraderichten von hartem Stahl u. s. w.

IV. Das Feuer. (1 St.) Erklärung. Kalorimetrische und pyrometrische Heizkraft. Vergrösserung der letzteren durch Gebläse. Das Regenerativprincip. Die wichtigsten Löthlampen. Verschiedene Gebläsevorrichtungen.

V. Das Löthen. (1 St.) Weich- und Hartlöthen. Die Löthmittel.

VI. Das Hämmern, Biegen u. s. w. (2 St.) Hämmern. Strecken und Stauchen. Schmieden und Schweissen. Hämmern von Messing. Geraderichten von verzogenen Platten. Dornen. Biegen in Schablonen. Richten von Drähten und Rohr. Metalldrücken und Treiben. Draht- und Rohrziehen.

VII A. Werkzeuge mit Schneidekanten, insbesondere Drehwerkzeuge. (11 St.) Theorie der schneidenden, abtrennenden und schabenden Werkzeuge, mit Vorführung einer grossen Anzahl Modelle, welche von verschiedenen anerkannt tüchtigen Mechanikern und in Drehereien als mustergiltige Werkzeuge für die Schule angefertigt worden sind. Der Ausgangswinkel oder die Stellung der Werkzeugkante. Die Schneidekanten der Werkzeuge für verschiedenes Material. Die in Betracht kommenden Winkel. Vortheile und Nachtheile, die sich durch Aenderung der Winkel ergeben. Das Schleifen der Werkzeuge u. s. w. Die Drehstähle: Abstechstahl, Messerstahl, Grabstichel, Schrotröhre, Gaissfuss, Seitenstahl, Ausdrehstahl, Schruppstahl und Nachdrehstahl, der Maschinenbauer-Hackenstahl und andere, die nur von einer Seite angeschliffen werden, federnde Stähle. Stähle für ganz specielle Zwecke. Das Drehen selbst. Form der Drehspähne bei groben Spähnen. Erzielung bester Arbeit mit dem geringsten Aufwande von Zeit und Kraft. Nützliche und schädliche Anwendung verschiedener Schmiermittel. Anwendung kleiner Stichel in Klammern und Stichelhäusern und das Prinzip, die eigentlich schneidenden Theile der Werkzeuge einzusetzen. Die Schneidestähle der Beisszange, der Blechscheere, des Fräsekopfes, des Senkers, der Reibahle u. s. w.

VII B. Andere Werkzeuge mit und ohne Schneidekanten. (4 St.) Bohrer für verschiedenes Material. Senker. Fräser. Sägen u. s. w. Die genannten

Werkzeuge selbst, sowie die häufig vorkommenden und interessanten Arbeiten mit denselben. Reibahlen. Schraubenzieher.

VIII. Gewinde-Herstellung. (4 St.) Gewindebohrer (richtige und falsche Formen, verstellbare Gewindebohrer u. s. w.). Schneiden mit dem Schneideisen (auch verstellbar). Schneiden mit den Kluppen. Die gewöhnlichen Kluppen und die Wanke'sche Kluppe. Uebelstände, durch welche fehlerhafte Gewinde entstehen. Schneiden auf der Patronenbank. Schneiden auf der Leitspindelbank. Berechnung und Bestimmung der einzusetzenden Räder für gewöhnliehe Bänke. Andere Erzeugung von Originalgewinden. Schneiden von Mikrometerschrauben auf Gewindeschneidmaschinen.

IX. Das Feinmachen. (2 St.) Poliren. Lackiren. Vernickeln, Versilbern und Vergolden. Antimoniren. Gelbbrennen. Graubeizen: 1. mit Platinchlorid, 2. mit Arsenigersäure. Blaubeizen. Die Methoden, schwarz zu machen.

X. Werkstatts-Apparate. (1 St.) Vorführen der verschiedenen Werkstatts-Messapparate: Fadentaster, Fühlhebel u. s. w.

Ausser den oben angeführten Exkursionen finden solche durchschnittlich alle 14 Tage nach den verschiedensten industriellen Etablissements statt.

Herr Hartmann referirt hierauf über die Thätigkeit der elektrotechnischen Lehranstalt, welche auf seine Anregung vom Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. errichtet worden ist und nun ihr erstes Semester hinter sich hat. Er tritt zunächst der ihm wiederholt zu Ohren gekommenen Annahme entgegen, als ob die Frankfurter Anstalt der trefflich eingerichteten Fachschule für Mechaniker zu Berlin Konkurrenz mache. Ein Vergleich der Lehrgegenstände der beiden Anstalten müsse diesen Irrthum schon beseitigen. In der ersteren Anstalt werden, abgesehen von Repetitionen in der Mathematik und Physik ausschliesslich diejenigen Fächer gelehrt, welche speciell für den Elektrotechniker nothwendig sind, und zwar hauptsächlich allgemeine Elektrotechnik (4 St.), praktische Uebungen im Laboratorium (10 bis 12 St.), ferner sechs Specialfächer (je 1 St. wöchentlich), nämlich Dynamomaschinenkunde, Beleuchtungstechnik, Instrumentenkunde, Telegraphie und Telephonie, Elemente und Akkumulatoren sowie Motorenkunde. Diese sechs Fächer dürften für die Schüler von besonderer Wichtigkeit sein, weil sie nicht von Docenten der Anstalt, sondern von Männern gelehrt werden, welche die bezüglichen Specialfächer berufsmässig ausüben und daher ihre Erfahrungen aus der Praxis die Schüler mitgeniessen lassen. Der vollständige Lehrkursus wurde im ersten Semester von 13 ordentlichen Schülern aus allen Gauen Deutschlands mit sehr günstigem Erfolge besucht; ausserdem nahmen eine grössere Anzahl von Hospitanten an den Specialvorlesungen Theil; ferner wurde ein vierzehntägiger Sonderkursus über Blitzableitertechnik von einem als Autorität auf diesem Gebiete bekannten Physiker abgehalten und nicht bloss von den ordentlichen Schülern, sondern auch von einer Anzahl selbständiger Gewerbetreibender, die theilweise aus grosser Entfernung herbeieilten, frequentirt. Dem Zeichenunterricht, dem bisher nur eine sekundäre Bedeutung beigelegt war, soll künftig ebenfalls eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Von besonderem Erfolg waren die zahlreichen Exkursionen nach den elektrotechnischen Fabriken und den grösseren elektrischen Lichtanlagen der Umgegend.

Herr Dr. Epstein schloss sich den Ausführungen des Vorredners an und besprach insbesondere verschiedene irrige Auffassungen, welche über Aufgabe und Wesen der betreffenden Fachschule verbreitet seien. Nach den Erfahrungen an

der Frankfurter elektrotechnischen Fachschule interessiren sich in erster Linie Leute für dieselbe, welche glauben, durch einen halbjährlichen Kursus eine langjährige Ausbildung ersetzen zu können, während Diejenigen, welche auf eine solide mechanische Ausbildung zurückblicken, häufig wähnen, eine theoretische Schulung entbehren zu können. So könne von den überaus zahlreichen Aufnahmesuchenden immer nur ein verhältnissmässig kleiner Bruchtheil Berücksichtigung finden, da die Schule — und das Gleiche werde von der Berliner Schule gelten — an dem Grundsatz festhalte, nur solche Schüler zuzulassen, welche auf Grund ihrer bisherigen Ausbildung in der Lage sind, das Gebotene voll in dem Sinne aufzufassen und zu verwerthen, in dem es gegeben werde. Die Schule könne nur eine theoretische Ergänzung der praktischen Ausbildung geben und solle den Schüler in den Stand setzen, die ihm übertragenen Arbeiten mit Verständniss auszuführen. Was die Schule leisten könne, werde leicht überschätzt, und vor Allem neige auch selbst der Schüler dazu, das Maass der erworbenen theoretischen Kenntnisse zu hoch anzuschlagen. Als solche allein wären sie sehr gering, aber an der Hand einer tüchtigen Praxis und mit den Erfahrungen derselben fest verknüpft, setzen sie ihn in den Stand, sein praktisches Können in erhöhtem Maasse nutzbringend zu verwerthen. Dazu müsse ihm freilich Gelegenheit geboten werden, und hier müsse durch passende Verwendung der herangezogenen Kräfte der Mechanikerstand selbst die Hand bieten, wenn nicht eine Zahl tüchtiger Kräfte der Praxis verloren gehen solle, indem sie selbst Gefahr laufen, in Stellungen anderer Art hineinzugerathen, denen sie nicht einmal voll gewachsen seien. Aber auch nach einer anderen Seite biete sich dem Mechanikerstande Gelegenheit, die Fachschulen in ihrer Thätigkeit zu unterstützen, nämlich durch Ueberweisen geeigneter Modelle für den Zeichenunterricht.

Herr Direktor Loewenherz giebt auf eine Anfrage des Herrn Hartmann die Erklärung ab, dass aus den Mitteln der Fraunhofer-Stiftung nicht allein Schüler der Berliner Fachschule für Mechaniker unterstützt würden, sondern dass hierbei auch die elektrotechnische Lehranstalt zu Frankfurt, wie alle diejenigen deutschen Fachschulen in Betracht kämen, an denen praktisch ausgebildete Mechaniker theoretische oder praktische Weiterbildung fänden.

Den Vorsitz übernimmt Herr Direktor Loewenherz.

Es wird nunmehr in die Verhandlungen über die Lehrlings- und Gehilfenfrage eingetreten. Herr W. Handke-Berlin hatte das Hauptreferat in dieser Angelegenheit übernommen; sein Bericht ist bereits in dieser Zeitschrift (*S. 310 d. Jahrg.*) zum Abdruck gekommen und war in den Händen der Anwesenden. Da Herr Handke leider am persönlichen Erscheinen verhindert war, so werden die Hauptpunkte seines Berichtes von einem der Schriftführer kurz skizzirt und die von Herrn Handke dem Mechanikertage zur Beschlussfassung unterbreitete Resolution vorgelesen; dieselbe lautet:

Der erste deutsche Mechanikertag zu Heidelberg wolle beschliessen: Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik wird ersucht, eine besondere Abtheilung einzusetzen, welcher die Förderung und Lösung der Lehrlings- und Gehilfenfrage übertragen wird. Die erforderlichen Mittel erhält die Abtheilung bezw. Kommission durch besondere Jahresbeiträge. Mitglied der Abtheilung kann jeder selbständige Mechaniker werden, der seinen Jahresbeitrag zahlt. Die Arbeiten der Abtheilung sollen auf folgende Punkte gerichtet sein:

A. Ausbildung der Lehrlinge und Schutz gegen einseitige Ausnutzung derselben.

1. Es soll die Gründung von Fachschulen in Städten, wo solche zu errichten möglich ist, nach dem Muster der Berliner Fachschule für Mechaniker und in Verbindung mit praktischen Arbeitskursen angestrebt werden.

2. Es wird eine Statistik über Anzahl der Lehrlinge in den einzelnen Werkstätten, Lehrbedingungen u. s. w. angelegt und laufend geführt.

3. Die einheitliche Einführung eines Normal-Lehrkontrakts, in welchem die Einrichtung von Schiedsgerichten, sowie von Normal-Probestücken vorgesehen ist, wird angestrebt.

4. In Lehrzeugnissen ist die specielle Art der Arbeit anzugeben, in welcher der Lehrling ausgebildet ist.

B. Gehilfenwesen.

1. Es wird eine friedliche Vereinbarung mit den Forderungen der Gehilfen angebahnt.

2. Der Gehilfennachweis darf nicht ausschliesslich in den Händen der Gehilfen liegen.

3. Die Abschaffung der Akkord-Arbeit kann nicht befürwortet werden.

4. Für eine zehnstündige Arbeitszeit pro Tag soll als Minimallohn pro Woche in kleineren Städten 18, in grösseren 21 Mark gezahlt werden, sofern der Gehilfe eine genau bestimmte Minimalleistung dagegen bietet. Ueberstunden und Sonntagsarbeit sollen nur ausnahmweise stattfinden und durch mindestens 10 Pf. höheren Lohn pro Stunde honorirt werden, doch sollen die Gehilfen im Bedarfsfalle zu Ueberstunden verpflichtet sein.

5. Es ist eine einheitliche Werkstattsordnung anzustreben, die schon im Hinblicke auf gesetzliche Bestimmungen (Polizei und Berufsgenossenschaft) nothwendig ist.

6. Ein innerhalb der Abtheilung gewählter Vertrauensrath hat die Interessen der Mitglieder wahrzunehmen.

Als zweiter Referent nimmt sodann Herr Dr. Krüss-Hamburg das Wort zu folgenden Ausführungen:

Meine Herren! Die äussere Veranlassung, aus welcher auch ich zu einem Worte in der Gehilfen- und Lehrlingsfrage aufgefordert worden bin, liegt darin, dass zumeist von der Zahlstelle Hamburg des Verbandes deutscher Mechaniker und verwandter Berufsgenossen die von Herrn Handke bereits erwähnten Forderungen der Gehilfen ausgegangen sind.

Ich übernahm es deshalb zunächst, möglichst zuverlässiges Material über die Lage der Gehilfen und Lehrlinge bei den Kollegen in Hamburg und den Nachbarstädten zu beschaffen. Zu dem Zwecke versandte ich folgendes Rundschreiben mit einem Fragebogen an 39 Werkstattinhaber:

Im *Hamburger Fremdenblatt* vom 21. Juni d. J. findet sich folgender Bericht über eine am 15. Juni abgehaltene Versammlung des Verbandes deutscher Mechaniker und verwandter Berufsgenossen (Zahlstelle Hamburg):

„Unter lebhaftem Beifall wird folgende Resolution einstimmig angenommen: „Die im Verband und in freien Lokalvereinen deutscher Mechaniker und verwandter Berufsgenossen organisirten Gehilfen der mechanischen und optischen Branche erlauben sich, dem Vorstande der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik folgende Resolution zu unterbreiten: In Erwägung, dass auf

dem demnächst in Heidelberg stattfindenden Mechanikertage auch die Gehilfen- und Lehrlingsfrage zur Berathung steht, Fragen, welche von ganz besonderer Bedeutung für die Gehilfenschaft sind, wolle der Vorstand der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik gestatten, dass auch die Gehilfenschaft durch ein oder zwei selbstgewählte Vertreter an den Verhandlungen mit berathender Stimme theilnehmen kann, um derselben Gelegenheit zu geben, ihre berechtigten Forderungen des Näheren motiviren zu können.

Inzwischen lief ein zweiter Antrag des Kollegen Bremer ein. Derselbe erstreckt sich auf die zu stellenden Forderungen der Gehilfenschaft und wurde in nachstehender Form einstimmig angenommen. Forderungen: 1. Bei Antritt einer Stellung für die ersten 14 Tage Gewährung eines Minimallohnes von 18 M. pro Woche bei 60 stündiger Arbeitszeit. Nach Ablauf der 14 Tage den Leistungen entsprechende Erhöhung des Lohnes. 2. Für grössere, über 50 000 Einwohner zählende Städte statt 18 M. für die ersten 14 Tage 21 M. u. s. w. wie oben. 3. Ueberzeit- und Sonntagsarbeit soll nur in dringenden Fällen stattfinden und mit 10 Pf. Zuschlag pro Stunde bezahlt werden. 4. Abschaffung der Akkordarbeit."

Vor einigen Tagen hatte ich Gelegenheit, mit den Mitgliedern des Vorstandes der deutschen Gesellschaft für Optik und Mechanik in Berlin über diese Resolution Rücksprache zu nehmen.

Um eine Stellung gegenüber den zu erwartenden Ansprüchen der Gehilfen zu gewinnen, erschien es zunächst erforderlich, genaue Erhebungen über die thatsächlichen Lohnverhältnisse von Seiten der Arbeitgeber zu machen. Eine solche Erhebung erschien ausser für Berlin namentlich für Hamburg wichtig, da von hier die bezüglichen Bestrebungen ausgehen.

Aus diesem Grunde habe ich mich gern erbötig erklärt, in Hamburg und den Nachbarstädten diese Arbeit zu übernehmen und bitte Sie freundlichst, mich darin zu unterstützen durch möglichst vollständige Ausfüllung des anliegenden Bogens. Es ist selbstverständlich, dass Ihnen hierbei die Nichtausfüllung einzelner Rubriken, über welche Sie nicht gern Auskunft geben, vollkommen frei steht. Ich erlaube mir aber zu bemerken, dass ich natürlich die weitere Verwendung der mir vertraulich gegebenen Mittheilungen ohne Nennung der einzelnen Werkstätten machen werde, da es sich nur um eine allgemeine Zusammenstellung handelt, sowie ferner, dass die möglichste Betheiligung jedes Werkstattinhabers an dieser Erhebung im eigenen Interesse desselben liegt, da der Vortheil des Zusammengehens der Arbeitgeber den Ansprüchen der Arbeitnehmer gegenüber von vornherein auf der Hand liegt.

Endlich ersuche ich Sie freundlichst, mir den ausgefüllten Bogen möglichst bald, jedenfalls aber im Laufe des Juli zurückzusenden und zeichne

Hochachtungsvoll

Dr. Hugo Krüss.

Ich erhielt 19 Fragebogen ausgefüllt zurück, die Hälfte der Adressaten verzichtete demgemäss auf die Betheiligung an dieser Erhebung, zum Theil vermuthlich, weil sie überhaupt keine Gehilfen und Lehrlinge, also auch Nichts über dieselben zu berichten haben, andererseits, weil sie über die Verhältnisse ihrer Werkstatt nicht gern Aufschluss geben wollen oder meinen, sie bedürften eines gemeinsamen Vorgehens mit ihren Kollegen nicht. Ich kann aber wohl mit Recht behaupten, dass die bedeutendsten Werkstätten sich an der Erhebung betheiligt haben, so dass die von mir gemachte Zusammenstellung ein zutreffendes Bild der in Hamburg herrschenden Verhältnisse giebt.

Es ergiebt sich nun Folgendes aus den eingelaufenen Antworten:

Da die meisten in Hamburg befindlichen Werkstätten nur einen kleinen Betrieb haben, so findet sich nur in vier Werkstätten ein Werkführer. Meistens arbeitet der Werkstattinhaber selbst mit und leitet den Betrieb.

Von Interesse ist sodann, das Verhältniss der Zahl der Lehrlinge zu derjenigen der Gehilfen in einer Werkstatt kennen zu lernen. Dasselbe ist äusserst schwankend. Es giebt Werkstätten, welche keine Gehilfen, sondern nur Lehrlinge haben, sowie andererseits auch solche, in welchen keine Lehrlinge sind. Zu letzteren gehören namentlich solche Werkstätten, welche sich mit der Massenherstellung eines und

desselben Gegenstandes beschäftigen, sowie andererseits solche, in welchen ausschliesslich Präcisionsinstrumente hergestellt werden; in beiden Fällen ist es durch die Natur der gut bezahlten Arbeit nicht im Interesse der Werkstattinhaber, sich mit der Ausbildung von Lehrlingen zu beschäftigen. Die Hälfte der Werkstätten hat Gehilfen und Lehrlinge und das Verhältniss der Anzahl beider zu einander schwankt zwischen 3,5 : 1 und 1,2 : 1.

Die Lehrzeit der Lehrlinge beträgt zwischen drei und vier Jahre, in den allermeisten Fällen sind es vier Jahre. Für diese Lehrzeit wird in einer kleinen Anzahl von Werkstätten ein Lehrgeld bis zu 360 *M.* für die ganze Lehrzeit gezahlt, während in den meisten Werkstätten ein Lehrgeld nicht üblich ist, ja in einigen sogar dem Lehrlinge eine Vergütung bis zu 3 *M.* die Woche gezahlt wird.

Wir kommen nun zu den Lohnverhältnissen und zuerst zu der Frage des Anfangslohnes eines ausgelernten Lehrlings und eines neu eintretenden Gehilfen. Ersterer erhält fast überall weniger als der letztere, häufig mit Unrecht, denn es ist mir gar nicht selten vorgekommen, dass ein neu eintretender Gehilfe viel weniger konnte als meine eigenen Lehrlinge in ihrem ersten Gehilfenjahre. Es mag allerdings Berechtigung haben, den eben ausgelernten Lehrlingen nur einen mässigen Lohn zu zahlen, denn gerade in der Zeit nach Beendigung der Lehre macht sich bei den weniger guten Elementen, welche schon ihre Lehrzeit nur unter dem elterlichen Drucke ausgehalten haben, eine Unlust an dem vielleicht mit Unrecht erwählten Berufe geltend; ausserdem dient die erste Zeit des jungen Gehilfen dazu, zu zeigen, wie er sich nun, da er mehr als bisher im eigenen Interesse — um das tägliche Brod — arbeitet, mit seiner Arbeit einzurichten weiss. Sobald aber der junge Gehilfe sich seinem Alter entsprechend als brauchbar erweist, sollte man ihn auch auf dieselbe Lohnstufe stellen wie den neu eintretenden Gehilfen.

In Hamburg bewegt sich der Anfangslohn eines ausgelernten Lehrlings zwischen 12 und 18 *M.*, der Anfangslohn eines neu eintretenden Gehilfen ist nur in vereinzelten Fällen unter 18 *M.*, meistens erreicht derselbe diesen Betrag, als Durchschnitt ergiebt sich *M.* 18,30. Der durchschnittliche Wochenlohn aller Gehilfen in Hamburg beträgt *M.* 21,80, während die Einnahmen derselben durch Akkordarbeit erhöht werden im Durchschnitt auf *M.* 24,10. Diese Zahl hat nicht viel Bedeutung, da in einzelnen Werkstätten überhaupt keine Akkordarbeit vorkommt, in anderen bestimmte Arbeiter selten oder nie Akkordarbeit erhalten. Ich habe deshalb noch von jeder Werkstatt Mittheilung über die höchste Einnahme eines Gehilfen erbeten, welche bei ihr vorkommt. Diese Zahl schwankt zwischen 27 und 40 *M.* (Durchschnitt aller Werkstätten 32,10).

In Bezug auf die Akkordarbeit stellte sich heraus, dass von den 19 Werkstätten 6 überhaupt keine Arbeiten in Akkord geben, 11 abwechselnd Lohn- und Akkordarbeit und 2 Werkstätten nur letztere haben.

Soweit die Ergebnisse meiner Ermittelungen. Ich füge aus meiner Erfahrung hinzu, und dieses führt mich auf die vorzüglich von Herrn Handke behandelte Frage, dass es leider in jetziger Zeit auch in Hamburg eine grosse Anzahl von jüngeren Gehilfen giebt, welche höchst ungenügend in ihrer Lehrzeit ausgebildet worden sind. Die meisten leisten leider in keiner Beziehung etwas Vollständiges. Häufig dressirt auf die Herstellung einiger weniger Stücke, fehlt ihnen vollkommen das Verständniss für die Wirkung der einzelnen Theile eines Instrumentes auf einander, es fehlen ihnen eine ganze Reihe von Handfertigkeiten, die eben bei der Arbeit, die sie bisher trieben, nicht vorkamen, und die nur bei vielseitiger Be-

schäftigung des Lehrlings erworben werden können, es fehlt ihnen vor Allem die Gewandtheit, sich auch in ungewohnte Arbeit und unbekannte Werkzeuge hinein zu denken. Die Schuld an ihrer Unfähigkeit tragen diese jüngeren Gehilfen allerdings nicht selbst, sondern die Lehrherren, welche so gewissenlos waren, sie zu ihrem Vortheil einseitig auszunutzen, aber sie belasten unser Gewerbe, indem sie auf Kosten ihrer späteren Arbeitgeber sich erst die Fähigkeiten aneignen müssen, welche ihnen noch fehlen. Sicherlich liegt hierin ein Hauptübelstand, an welchem zuerst mit Nutzen für den ganzen Stand bessernde Hand angelegt werden muss. Aber das Wie scheint mir sehr schwierig. Mit Interesse und Zustimmung haben gewiss alle Kollegen das Vorgehen unserer Gesellschaft in Berlin verfolgt. Auch in Hamburg wird den Lehrlingen an der früher von Herrn Direktor Jessen, jetzt von Herrn Dr. Stuhlmann geleiteten Gewerbeschule Gelegenheit zur Fortbildung gegeben wie an der Berliner Handwerkerschule. Aber der Mangel, welcher den Lehrlingen durch die einseitige Ausbildung in manchen Werkstätten erwächst, kann dadurch nicht ausgeglichen werden.

Herr Handke schlägt deshalb eine Erweiterung dieser Schulen vor, welche wesentlich in einem Ausbau nach der praktischen Seite hin des unter Nr. VII (S. 420) in dem Programm der Berliner Schule bereits vorhandenen Lehrgegenstandes der Technologie zu bestehen habe. Ueber die Ausführung dieses Gedankens im Einzelnen werden mancherlei Anschauungen zu Tage treten, wenn man sich erst an die Arbeit der Organisation macht, aber diese Wohlthat wird doch nur in einer ganz kleinen Anzahl grösserer Städte herbeizuführen sein. Betonen möchte ich ferner, dass ich einen derartigen Unterricht nur für die Lehrlinge der Werkstätten mit Massenfabrikation für nöthig halte, ja ich behaupte, dass derselbe trotz Allem nicht der richtigen Ausbildung in der Werkstatt gleichkommen wird. Nichts ist lehrreicher für den Lehrling als die Noth der täglichen Arbeit mit ihren unliebsamen Zufälligkeiten und Hindernissen. Da erst lernt er die geschickte Verwendung aller zu Gebote stehenden Hilfsmittel und Werkzeuge zur Ueberwindung dieser Hindernisse, und manche kleinere Werkstatt, in welcher man sich mit geringen Mitteln zur Bearbeitung der Materialien behelfen muss, ist aus diesem Grunde nützlicher für einen Lehrling als eine grosse Fabrik mit den praktischsten maschinellen Einrichtungen.

In Bezug auf die Anzahl der zulässigen Lehrlinge im Verhältniss zur Anzahl der Gehilfen lässt sich keinenfalls eine für alle Fälle giltige Norm aufstellen. Die Entscheidung dieser Frage ist vollständig abhängig von der Art der Beschäftigung einer Werkstatt, von der dort üblichen Eintheilung der Arbeit und vornehmlich von der pädagogischen Befähigung des Leiters der Werkstatt.

Was die Schulbildung der Lehrlinge anbetrifft, so möchte ich darüber keine allgemeinen Vorschriften geben. Ein Lehrling, welcher die Volksschule besucht hat, kann ein durchaus tüchtiger Gehilfe werden, und man sollte vorsichtig darin sein, in dieser Beziehung allzu hohe Ansprüche zu stellen. Wohl werden heute an den Leiter einer Werkstatt hohe Ansprüche gestellt, aber wenn auch jeder Lehrling einmal selbständig sein möchte, so können es doch naturgemäss nur ganz wenige wirklich werden. Wer tüchtig, aufgeweckt und fleissig ist, kann auch auf dem guten Grund, welchen unsere deutsche Volksschule legt, noch beträchtliche weitere Kenntnisse aufbauen. Ich möchte deshalb im Allgemeinen die in bestimmter Weise abgerundete Bildung der Volksschule dem bei der Tertia abgeschnittenen Lehrgange einer höheren Schule für den Mechanikerlehrling vorziehen.

Dagegen soll man an die praktischen Fertigkeiten des ausgelernten Lehr-

lings möglichst hohe Forderungen stellen. Derselbe soll vor allem Werkzeuge, wie Schraubenzieher, Bohrer und Gewindebohrer, Drehstichel u. s. w. nicht nur in leidlicher Güte, sondern in vorzüglicher Güte herstellen, denn er kann nicht verlangen, dass er solches auf Kosten seines späteren Arbeitgebers erst lerne. Auf dessen Kosten geht es auch, wenn der junge Gehilfe die ihm anvertrauten Werkzeuge, wie Schraubstock, Drehbank, Bohr- und Schneidewerkzeuge nicht sachgemäss behandeln kann. Deshalb muss eine vollständige Kenntniss der Behandlung und Instanderhaltung solcher Werkzeuge absolut gefordert werden. Bestimmte Vorschläge über die zu fordernden Arbeitsleistungen können aber meiner Meinung nach nur aus eingehender Berathung hervorgehen und werden auch da noch auf grosse Schwierigkeiten stossen.

Ueber die Forderungen der Gehilfen hat Herr Handke sich bereits ausgesprochen. Ich möchte nur noch kräftigst betonen, dass die Abschaffung der Akkordarbeit nicht nur nicht befürwortet werden kann, sondern auf das Energischste bekämpft werden muss. Die Abschaffung der Akkordarbeit würde zum Nachtheile der Arbeitgeber sein, weil unfähige und unfleissige Gehilfen unberechtigten Vortheil geniessen und sie würde zum Nachtheil der tüchtigen Gehilfen sein, welchen die Möglichkeit entzogen würde, durch Aufbietung aller ihnen zu Gebote stehenden Geschicklichkeit ihre Einnahme zu heben. Gar mancher jetzt selbständige Mechaniker wäre es nie geworden, wenn er nicht durch lohnende Akkordarbeit in den Stand gesetzt worden wäre, ein kleines Vermögen zur Gründung eines selbständigen Geschäftes zu erwerben. Nach meinem Ermessen liegt der direkte Geldvortheil bei richtig bezahlter Akkordarbeit auf der Seite der Gehilfen, während der Vortheil des Arbeitgebers darin zumeist liegt, dass er dieselbe Arbeit in kürzerer und im Voraus genauer zu berechnender Zeit fertig gestellt erhält, so dass er im Laufe des Jahres mit derselben Anzahl Arbeiter mehr leisten kann als bei Lohnarbeit.

Leider wird es unmöglich sein, alle Werkstattinhaber zu gemeinsamem Vorgehen zur Hebung unseres Standes herbeizuziehen. Gerade diejenigen Betriebe, in denen wir bessere Zustände herbeigeführt zu sehen wünschen, werden sich fern, vielleicht gar feindlich verhalten.

Um so mehr ist es erforderlich, dass diejenigen, welchen die Hebung unseres Gewerbes am Herzen liegt, fest zusammenhalten, und versuchen, auf die widerstrebenden Elemente einen möglichst starken moralischen Druck auszuüben. Ein wirksames Mittel hierzu dürfte vielleicht die Einführung einheitlicher Formulare für Lehrlings- und Gehilfen-Abgangszeugnisse sein, da bei ausschliesslicher Benutzung derselben durch die Majorität der Werkstattinhaber, die bei der Minorität Arbeitenden die Ausfüllung solcher Formulare auch von ihren Arbeitgebern fordern würden. Ich empfehle deshalb zum Schluss die Ausarbeitung solcher Entwürfe für Abgangszeugnisse auf das Dringendste und hoffe, dass durch die hier geführten Verhandlungen ein fester Zusammenschluss aller derjenigen erreicht werde, denen die Hebung unserer Kunst am Herzen liegt; dann wird, wenn auch nur allmälig, eine Besserung der vorhandenen Uebelstände nicht ausbleiben.

Es erhalten nunmehr die Vertreter der Mechanikergehilfen das Wort. Auf Einladung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik waren erschienen seitens des Verbandes deutscher Mechaniker und verwandter Berufsgenossen die Herren Bremer-Hamburg, Hebsacker-Stuttgart und Schlicke-Frankfurt a. M., seitens des Vereins Berliner Mechaniker Herr Taege. Zunächst erhält Herr Schlicke das Wort und bringt die vom Verbande deutscher

Mechaniker und verwandter Berufsgenossen, sowie die vom Verein Leipziger Mechaniker aufgenommene Statistik über die Lohn- und Arbeitsverhältnisse zum Vortrag. Ein Gesammtbild der ermittelten Verhältnisse giebt die Tafel I auf S. 429.

Tafel II (S. 429) zeigt eine Uebersicht der gezahlten Minimallöhne nach Städten geordnet, sowie eine Uebersicht aus einer Anzahl von Städten über die beschäftigten Lehrlinge und Gehilfen.

Ausserdem liegt noch eine Statistik über die Leipziger Verhältnisse vor, veranstaltet vom Verein der Leipziger Mechaniker und verwandten Berufsgenossen und zwar aus 51 Werkstätten. Dieselben vertheilen sich auf die einzelnen Branchen wie folgt:

Apparate zur Haustelegraphie und Telephonie, bezw. Montage	in 7 Werkstätten
Apparate zur elektrischen Beleuchtung, bezw. Montage derselben	„ 6 „
Messer und Instrumente für Orthopädie	„ 6 „
Werkzeuge für Buchdrucker, Buchbinder, Stanzen . . .	„ 6 „
Physikalische, elektrische, sowie elektromedicinische Apparate	„ 5 „
Musikwerke	„ 4 „
Gold-, Brief- und andere Waagen	„ 3 „
Velocipede	„ 2 „
Mikrotome, chemische Waagen, Thermometer, Feuermelder, mechanische Werke, Unterrichtsmodelle, Pianofortebestandtheile, Werkzeuge für Spinnereien, Hartgummiwaaren, Strickmaschinen, Perkussionstaster, wissenschaftliche Apparate, je 1 Werkstätte, zusammen	in 12 Werkstätten

Fertige Arbeit wird in 30 Werkstätten von auswärts bezogen und zwar:

Messer, Scheeren und Instrumente für Orthopädie . . .	in 8 Werkstätten
Dynamomaschinen, Bogenlampen, Akkumulatoren etc. . .	„ 5 „
Theile zur Haustelegraphie und Telephonie	„ 3 „
Theile für Musikwerke	„ 3 „
Velociped-Theile	„ 2 „
Manometer, kleine Motoren für Zimmerfontänen, Typen- und Morseapparate, Gewichte, Thermometertheile, Werkzeuge für Buchdrucker, Photographische Apparate, Strickmaschinen, Theile für Hartgummi-Artikel in je 1 Werkstatt, zusammen	„ 12 „

Diese 51 Werkstätten beschäftigen 350 Gehilfen, 89 Lehrlinge und 5 Volontäre. Von den Gehilfen sind 127 verheirathet. Unter 20 Jahre sind 87 Gehilfen, zwischen 20 und 30 Jahren 161, zwischen 30 und 40 Jahren 75, zwischen 40 und 50 Jahren 22, über 50 Jahre 5. Die Arbeitszeit beträgt durchschnittlich $10^{1}/_{5}$ Stunde pro Tag. (Niedrigste 9, höchste $11^{1}/_{2}$ Stunde pro Tag). Ueberzeit, bezw. Sonntagsarbeit ist in 22 Werkstätten üblich; es betheiligten sich daran 66 Gehilfen, die zusammen 2600 Stunden arbeiteten. Für Ueberzeit, bezw. Sonntagsarbeit ist nur in 17 Werkstätten Mehrbezahlung üblich und zwar mit 1 bis 50 %. Von den Gehilfen arbeiten 21 in Akkord, 103 abwechselnd in Akkord und Lohn, die übrigen nur in Lohn. Der höchste Lohn beträgt 27 *M.* pro Woche, der Gesammtdurchschnittslohn beträgt 16 *M.*; den durchschnittlich niedrigsten Lohn von $12^{3}/_{5}$ *M.* erhalten 107 Gehilfen.

Tafel I.

Auszug aus den statistischen Erhebungen über die Lage der Mechanikergehilfen in Deutschland im Jahre 1889.

Branche mit Angabe der Zahl der Städte, in welchen Erhebungen stattgefunden haben.	Zahl der Werkstätten.	Zahl der Gehilfen.	Zahl der Lehrlinge.	Zahl der Volontaire.	Zahl d. Werkst. mit tägl. Arbeitszeit unt. 10 Std.	Zahl d. Werkst. mit tägl. Arbeitszeit über 10 Std.	Zahl d. Werkstätten in denen Ueberzeit üblich ist.	Zahl d. Werkstätten in denen Sonntagsarbeit üblich ist.	Mehrbezahlung der Ueberzeit pro Stunde in Pfennig.	Mehrbezahlung der Ueberzeit pro Stunde in Procent.	Zahl der Werkstätten mit Theilarbeit.	Durchschnitts-Verdienst pro Woche im Akkord höchster M.	Durchschnitts-Verdienst pro Woche im Akkord niedrigster M.	Durchschnitts-Verdienst pro Woche im Lohn höchster M.	Durchschnitts-Verdienst pro Woche im Lohn niedrigster M.	Minimallöhne (vgl. Tafel II).	Bemerkungen.
Feinmechanik 24 .	62	369	310	14	9	9	16	8	5—15	20	21	33,00	16,42	24,90	13,50	10,00 10,90 12,00 18,00	
Elektrotechnik und Armaturen 28 .	101	953	298	21	9	14[1]	41	28	3—20	25—50	42	32,50	21,25[2]	22,50	15,40	14,00 15,00 16,50 18,00 20,00	[1]) bis 12 Stunden. [2]) in einer Werkstatt M. 15,60 in einer anderen nur M. 14. [3]) 12½ Stunde.
Optik 2	4	5	1	—	1	1[3]	4	—	—	—	—	—	—	21,66	21,00	—	
Chirurgische Instrumente, orthopädische Apparate 6.	17	91	30	3	1	2	6	3	—	25	5	31,50	17,50	23,10	17,00	15 18	
Uhrmacher- und sonstige Werkzeuge 5	8	104	42	2	1	1	3	1	—	25	4	23,50	16,00	22,40	15,00	12 15 18 21	
Schreib-, Rechen- u. sonst. Maschinen 5	26	173	41	1	1	1	9	5	6—10	—	11	32,00	17,26	24,65	16,50	13,20 15,00 18,00	
Präcisions- und andere Uhren 3 . .	4	40	9	—	1	2	3	—	10	—	1	22,50	16,00	20,00	14,53	—	

Tafel II.

Städte.	Minimallohn. höchster	Minimallohn. niedrigst.	Zahl der Lehrlinge	Zahl der Gehilfen
	M	*M*		
1. Feinmechanik: Apolda, Berlin, Bockenheim, Frankfurt a. M., Hamburg, Stuttgart .	18	—	—	—
Celle	—	12,0	—	—
Karlsruhe	—	10,9	—	—
Magdeburg	—	10,0	6	1
Dresden	—	—	50	32
Göttingen	—	—	64	27
2. Elektrotechnik: Bielefeld	—	14,0	4	4
Altona	—	15,0	4	12
Magdeburg	—	15,0	11	11
Freiburg i. S.	20	—	7	5
Ehrenfeld b. Köln	18	—	1	6
Gelnhausen	20	—	4	8
3. Chirurg. Instrum. u. orthopäd. App.: Dresden . .	18	15,0	7	14
Hamburg .	—	—	6	36
4. Uhrmacher- u. sonst. Werkzeuge: Glashütte . .	—	12,0	10	7
Frankfurt a. M.	21	—	24	50
5. Schreib-, Rechen- u. Nähmaschinen: Glashütte .	—	13,2	—	3
Kiel . . .	18	—	—	8
Dresden .	18	—	35	120

Herr Hebsacker vertritt sodann die seitens des Verbandes Deutscher Mechaniker formulirten nachstehenden Wünsche und Forderungen der Gehilfen:

1. Einführung eines Minimallohnes von 18 *M.* pro Woche und eines durch eine aus Prinzipalen und Gehilfen zusammengesetzte Kommission zu bestimmenden Zuschlags für jede einzelne Stadt, je nach der Lage der örtlichen Verhältnisse.

2. Festsetzung der Arbeitszeit auf $9^1/_2$ Stunden pro Wochentag ausschliesslich der Pausen.

3. Ueberzeit- und Sonntagsarbeit darf nur in dringenden Fällen stattfinden und ist mit einem Zuschlag von 25 % pro Stunde zu bezahlen.

4. Möglichste Einschränkung der Akkordarbeit und Garantie des festgesetzten Lohnes des betreffenden Arbeiters.

5. Regelung der Lehrlingsfrage. Einsetzung einer aus Prinzipalen und Gehilfen bestehenden Kommission zur Aufstellung einer Statistik, die Lehrlingsverhältnisse in den einzelnen Werkstätten betreffend. Diese Kommission soll auch von Zeit zu Zeit feststellen, welche Werkstätten zur Ausbildung von Lehrlingen zu empfehlen sind.

6. Benutzung des Arbeitsnachweises der Gehilfen bei vorkommenden Vakanzen.

Zu Punkt 1 bemerkt Redner, dass es unbedingt nothwendig sei, für ganz Deutschland einen Minimallohn festzusetzen. Wie sich aus der Statistik ergebe, seien die Löhne der Mechanikergehilfen so schlechte, dass eine Aufbesserung dringend erforderlich sei. In grösseren Städten verdiene ein nicht gelernter Arbeiter bedeutend mehr als die Mehrzahl der Gehilfen unserer Branche, trotzdem vom Mechanikergehilfen, wie Herr Handke in seinem Artikel über die Lehrlings- und Gehilfenfrage besonders erwähnt, mancherseits die Bildung der Tertia eines Gymnasiums oder einer Realschule gefordert werde. Die bisher gezahlten Löhne rechtfertigen eine derartige Forderung jedoch in keiner Weise. Bei den erhöhten Lebensmittelpreisen, sowie der Steigerung der Miethen im Allgemeinen, rechtfertige sich ein Lohn von 18 *M.* als Minimallohn; selbstverständlich könne derselbe nur für die erste Zeit des Eintritts in eine Werkstatt gelten und müsse den Leistungen entsprechend mit der Zeit erhöht werden. Mit geringerem Lohn zur Zeit auszukommen, sei nicht möglich, es bedürfe dazu eines Ausgleiches und zwar müsse sich die Höhe des Minimallohnes nach den örtlichen Verhältnissen, bezw. Lebensgewohnheiten richten. Um einen derartigen Ausgleich herbeizuführen, schlagen deshalb die Gehilfen vor, eine ständige Kommission, bestehend aus Prinzipalen und Gehilfen, zu wählen. Dieselbe soll berechtigt sein, für noch näher zu bestimmende Städte bezw. Distrikte einen Zuschlag zum festgesetzten Minimallohn zu bestimmen. Eine derartige Einrichtung bestehe schon bei den Buchdruckern (sogenannte Tarifkommission) und habe sich sehr gut bewährt. Durch Festsetzung eines einheitlichen Minimallohnes werde die Branche im Allgemeinen gehoben, insofern die unedle Konkurrenz nicht aufkommen kann, ausgenommen von solchen Werkstätten, in denen nur mit Lehrlingen gearbeitet werde, doch auch, um dieses zu verhindern, würden in Punkt 5 Vorschläge gemacht.

Zu Punkt 2 übergehend betont Redner die Nothwendigkeit der Verkürzung der Arbeitszeit. Durch die immer mehr zunehmende Einführung der Maschinen und technische Vervollkommnung der einzelnen Betriebe, sowie durch Einführung der Theilarbeit und durch Ausbildung von Lehrlingen, werde eine grosse Anzahl Gehilfen arbeitslos. Diese unterzubringen, sei ein Gebot der Selbsterhaltung der

Gehilfen. Durch übermässig lange Arbeitszeit erschlaffe der Körper bald und verfalle einem frühen Siechthum. Dem Gehilfen müsse unbedingt Zeit gegeben werden, sich auch geistig weiter zu bilden, woran ihn eine lange Arbeitszeit hindere. Im Uebrigen sei bewiesen, dass durch Herabsetzung der Arbeitszeit die Leistungen der Arbeiter sich im Allgemeinen heben. Wie sich aus der Statistik ergebe, werde in vielen Werkstätten noch über 10 Stunden gearbeitet, ja in einzelnen bis zu $12^1/_2$ Stunden, während wiederum in einer ganzen Anzahl von Werkstätten nur 9 Stunden gearbeitet wird. Deshalb müsse auch hier durch Festsetzung einer einheitlichen Arbeitszeit für alle Werkstätten Regelung geschaffen werden, damit nicht diejenigen Prinzipale, die bereits aus eigenem Antriebe eine niedrige Arbeitszeit eingeführt haben, durch diejenigen mit langer Arbeitszeit geschädigt werden können. Die gleichen Gründe seien auch für den Punkt 3 der Forderungen maassgebend, auch hier empfehle es sich, im Interesse der besseren Werkstätten eine Regelung herbeizuführen. Ein Zuschlag sei zu diesem Zwecke dringend erforderlich, um die Ueberzeit- und Sonntagsarbeit einzuschränken bezw. ganz abzuschaffen.

Zu Punkt 4 betont Redner besonders die Schädlichkeit der Akkordarbeit und verwahrt sich dagegen, als ob die Gehilfen verlangen, dieselbe mit einem Male abzuschaffen; er sei sich wohl bewusst, dass dies zur Zeit schwer durchzuführen sei. Entgegen der Ansicht des Herrn Dr. Krüss sei er der Meinung, dass überall, wo gute und gewissenhafte Arbeit verlangt werde und der Prinzipal nur auf die Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit der Gehilfen angewiesen sei, Akkordarbeit nicht am Platze sei. Es sei unrichtig, wenn behauptet werde, durch die Akkordarbeit verdiene der Arbeiter mehr; dies sei nur scheinbar, in Wirklichkeit sei das Gegentheil der Fall. Habe der Gehilfe im Akkord unter höchster Anspannung seiner Kräfte mehr verdient, als der Prinzipal für zulässig hält, so werde dsr Preis der Arbeit gewöhnlich reducirt, was zu weiterer Anspannung der Kräfte führe. Der Gehilfe sei verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, dass er seine Arbeitskraft so lange wie nur irgend möglich erhalte. Unter heutigen Zeitverhältnissen sei an ein späteres Selbständigwerden nur schwer zu denken. Um unter den jetzigen Produktionsverhältnissen konkurriren zu können, bedürfe es schon bedeutender Kapitalien, die durch den Verdienst zu erschwingen dem Gehilfen unmöglich sei. Gerade in besseren Werkstätten sei die Akkordarbeit bereits abgeschafft und nicht zum Nachtheil der betreffenden Prinzipale. Die Akkordarbeit verschlechtere die Arbeit im Allgemeinen und gerade in unserer Branche sei präcise Arbeit erforderlich; deshalb müsse auch mit Abschaffung der Akkordarbeit der Anfang gemacht werden. Der Einwand, dass der Arbeiter bei Abschaffung derselben weniger leisten würde, sei hinfällig, da es ja die Prinzipale selbst in der Hand hätten, demjenigen Arbeiter, der im Allgemeinen weniger leistet, auch weniger an Lohn zu zahlen, und gerade die älteren Herren werden sich erinnern, dass zu der Zeit, als sie Gehilfen waren, die Akkordarbeit in unserem Gewerbe noch in sehr wenigen Werkstätten eingeführt war, und es ging sehr gut, weshalb sollte es nicht auch heute gehen; es käme nur auf einen Versuch an. Eine weitere Forderung der Gehilfen sei, dass in allen Fällen, in denen die Akkordpreise bei neuen Akkorden so niedrig gesetzt sind, dass ein Gehilfe mit Durchschnittsleistung nicht auf den feststehenden Lohn pro Woche kommt, der Prinzipal verpflichtet ist, diesen als Minimum auszuzahlen, bezw. die Akkordpreise dementsprechend zu erhöhen. Die Gehilfen hätten traurige Erfahrungen in dieser Hinsicht gemacht. Es sei für den Gehilfen unmöglich, bei Eingehung des Akkordes die Zeitdauer der Arbeit zu bestimmen, während der Prinzipal andererseits ganz

genau weiss, wieviel er für die betr. Arbeit erhält und dementsprechend den Preis bestimmen kann. Die Gehilfen hoffen daher auch bestimmt, dass die Prinzipale dieser bescheidenen Forderung beistimmen werden.

Der Punkt 5 betrifft die Lehrlingsfrage und ist jedenfalls einer der schwierigsten. Die Lehrlingsfrage ist im Mechanikergewerbe eine brennende geworden. In der von Herrn Schlicke mitgetheilten Statistik, bemerkt Redner, sei zu finden, dass in manchen Städten die Zahl der Lehrlinge in gar keinem Verhältniss zu derjenigen der beschäftigten Gehilfen steht. Ja es gebe Werkstätten, in denen fast nur Lehrlinge, in einzelnen nur ausschliesslich Lehrlinge beschäftigt werden. Die Ausbildung sei in den meisten Fällen eine äusserst mangelhafte, da in vielen Werkstätten nur Specialartikel gefertigt werden, demzufolge der Lehrling auch nur eine einseitige Ausbildung erhielte. Durch dieses System werden sowohl Prinzipale als Gehilfen schwer geschädigt, die Prinzipale insofern, als sie Mangel an guten Gehilfen leiden, die Gehilfen deshalb, weil sich solche bedauernswerthen jungen Leute, um Arbeit zu erhalten, zu allem und jedem Preis zur Arbeit anbieten und dadurch die Löhne drücken. Aber auch noch in anderer Weise werden die Gehilfen geschädigt, insofern als durch diese Stümper die Prinzipale im Allgemeinen eine schlechte Meinung über die Leistungen der Gehilfen erhalten. Während gerade die Kollegen der Prinzipale die Schuld an diesen Zuständen tragen, müssen die Gehilfen darunter leiden. Deshalb machen die Gehilfen den Vorschlag, in jeder Stadt bezw. für einen grösseren Distrikt eine Kommission, bestehend aus Prinzipalen und Gehilfen, zu wählen. Diese Kommissionen sollen eine genaue Statistik über die Lehrlingsverhältnisse in den einzelnen Werkstätten aufstellen, auch von Zeit zu Zeit feststellen, welche Werkstätten zur Ausbildung von Lehrlingen zu empfehlen sind. Die Gehilfen versprechen sich von der Wirksamkeit derartiger Kommissionen heilsame Erfolge. Auf dem Wege der Errichtung von Fachschulen wird keine Besserung zu erzielen sein; vorausgesetzt derartige Fachschulen hätten den gewünschten Erfolg, so könnten dieselben der Kosten wegen nur in grösseren Städten eingeführt werden. Die Prinzipale in kleinen Städten würden nach wie vor die Ausbildung von Lehrlingen vornehmen. Deshalb sind wir, bemerkt Redner, jedoch keineswegs gegen die Errichtung derartiger Fachschulen; wir sind im Gegentheil die letzten, welche die Nützlichkeit derselben bestreiten, wir versprechen uns nur nicht den Erfolg, den Sie davon erwarten. Die Lehrlingsfrage wird auf dem von Ihnen vorgeschlagenen Wege nicht dauernd geregelt, deshalb versuchen Sie auf dem von uns vorgeschlagenen Wege eine Regelung herbeizuführen; obgleich auch dieser Weg nur ein Palliativmittel ist, so verspricht er doch mehr Erfolg als der Ihrige.

Eine weitere von uns gestellte Forderung, fährt der Redner fort, betrifft den Arbeitsnachweis. Bis vor etwa einem Jahre hat ein derartiger Arbeitsnachweis in unserer Branche nicht bestanden. Bisher erfolgte die Besetzung von Vakanzen entweder durch die Zeitung oder durch briefliches oder mündliches Anbieten seitens der Gehilfen. Mit Einrichtung eines Centralarbeitsnachweises sowie verschiedener Lokalarbeitsnachweise, die seitens des Verbandes deutscher Mechaniker mit vieler Mühe und grossen Opfern unsererseits in's Leben gerufen sind, ist in dieser Hinsicht einem längst gefühlten Bedürfniss abgeholfen. Leider werden diese Nachweise seitens der Herren Prinzipale wenig benutzt, dieselben sind nur auf Anzeigen von Vakanzen durch unsere Kollegen angewiesen; deshalb ersuchen wir, bei vorkommenden Vakanzen Gehilfen nur durch die bestehenden Arbeitsnachweise zu beziehen. Sie werden sehen, dass Sie, soweit es in der Macht der betreffenden Beamten liegt, pünktlich

bedient werden. Es liegt ja auch in Ihrem eigenen Interesse, gute und tüchtige Arbeiter zu erhalten und diese können Ihnen durch von den Gehilfen selbst verwaltete Nachweise weit eher zugeführt werden, da die Kollegen fast alle untereinander bekannt sind, als Sie dieselben durch Einsenden bezw. Einsichtnahme der Zeugnisse sich beschaffen können. Allerdings kann es vorkommen, dass ein Prinzipal einmal auch einen nach seiner Meinung minder tüchtigen Gehilfen erhält; soweit es sich jedoch irgendwie ermöglichen lässt, werden die Gehilfen den Leistungen entsprechend untergebracht.

Fassen wir noch einmal alle Punkte zusammen, so werden Sie finden, dass unsere Forderungen durchaus maassvolle zu nennen sind. Können Sie sich auch nicht mit allen befreunden, so werden wir ja später in der Diskussion noch Gelegenheit haben, Manches, was Ihnen noch unrichtig erscheint, bezw. als zu weitgehende Forderung angesehen wird, richtig zu stellen und noch ausführlich zu begründen. Das Maassvolle unserer Anträge möge Ihnen ein Beweis sein, dass wir ernstlich gewillt sind, eine Verständigung herbeizuführen.

Hierauf nimmt Herr Taege das Wort zu folgenden Bemerkungen:

Meine Herren! Bevor ich auf die vorliegende Frage eingehe, gestatten Sie mir, Ihnen im Namen des Vereins Berliner Mechaniker den Dank für Ihre werthe Einladung auszusprechen; gern sind wir Ihrer Einladung gefolgt, beseelt von dem Wunsche, dass aus den Verhandlungen etwas Erspriessliches für beide Theile zu Stande kommen möge. Wie Ihnen bekannt sein dürfte, hat es sich unser Verein speciell zur Aufgabe gestellt, die theoretische und praktische Ausbildung seiner Mitglieder zu fördern; mit socialpolitischen Fragen beschäftigt sich unser Verein nicht. Das Tagen des ersten deutschen Mechanikertages hat jedoch Veranlassung gegeben, in den Kreisen unserer Mitglieder diese Fragen gewissermaassen privatim zu besprechen und so wollen Sie mir denn gestatten, Ihnen die Ansichten der Mitglieder des Berliner Mechanikervereins über die Lehrlings- und Gehilfenfrage vorzutragen. Was das Lehrlingswesen anbetrifft, so halten wir die von Herrn Handke in Vorschlag gebrachten Lehrkurse zur praktischen Ausbildung der Lehrlinge nur für einen Theil der deutschen Mechaniker von Nutzen, da dieselben doch nur in grösseren Städten errichtet, und somit nur wenigen zugänglich werden können. Wir glauben auch, dass es gar nicht nöthig ist, derartige Vorkehrungen zu treffen; es giebt noch so viele gute Werkstätten, in denen Lehrlinge ausgebildet werden können, wenn nur die nöthige Sorgfalt darauf verwendet würde. Es ist nothwendig, dass der Lehrling möglichst verschiedene Arbeiten kennen lernt, es ist nothwendig, dass diese Arbeiten nach Zeichnungen ausgeführt werden, und ferner ist es gut, wenn in der Werkstatt gute Einrichtungen existiren, damit der Lehrling angeregt wird, darüber nachzudenken, wie etwas praktisch angefasst werden kann. Sind diese Bedingungen bei gewissenhafter Anleitung erfüllt, so muss der junge Mann Tüchtiges lernen, wenn er die Fähigkeiten dazu besitzt; wo dies nicht der Fall, sollte man ihn nach kurzer Zeit entlassen. Leider geschieht das Letztere wohl in den seltensten Fällen und die Folgen davon sind dann diese Bedauernswerthen, die nicht einmal das leisten, was Herr Handke als minimale Handfertigkeiten verlangt.

Ich komme nunmehr zur Gehilfenfrage, und da kann ich erklären, dass ich mich in vielen Punkten mit Herrn Handke in Uebereinstimmung befinde. Dieser Herr theilt die Forderungen der Gehilfen in berechtigte und unberechtigte; ich

glaube, bei näherer Prüfung werden sich aus den unberechtigten einige berechtigte nachweisen lassen.

Einen Minimallohn von 18 bezw. 21 *M.* gesteht Herr Handke zu; ich glaube auch, derselbe kann ohne Weiteres gewährt werden, denn wer die minimalen Leistungen, wie sie Herr Handke aufgestellt hat, nicht erfüllen kann, hat meines Dafürhaltens kein Recht, sich Mechaniker nennen zu dürfen. Auch mit der Forderung einer zehnstündigen Arbeitszeit bin ich vorläufig einverstanden, denn nach der Statistik, die wir eben gehört, giebt es noch eine sehr grosse Anzahl Werkstätten, in denen sogar 12 Stunden gearbeitet wird, und ich glaube nicht, dass es praktisch ist, die Forderungen gleich zu hoch zu schrauben. Immerhin wäre es ja möglich, dass Sie, meine Herren, schon jetzt in der glücklichen Lage sind, 9 Stunden bewilligen zu können, dann um so besser. Auf die nächsten Punkte brauche ich nicht weiter einzugehen, denn sie werden gewiss von Jedem als berechtigt anerkannt. Was nun die unberechtigten Forderungen anbetrifft, so stehe ich gleich bei der ersten, die Akkordarbeit betreffend, mit Herrn Handke den Vertretern des Verbandes der Mechanikergehilfen gegenüber. Ich würde es lebhaft bedauern, wenn die Akkordarbeit aufgegeben würde, nach meinem Dafürhalten ist die Akkordarbeit die einzig richtige Form; bei ihr kommt dem tüchtigen, fleissigen Arbeiter das zu, was er wirklich verdient; bei allen anderen Eintheilungen (Lohnarbeit) ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass er zu Gunsten der Ungeübteren benachtheiligt wird. Natürlich setze ich voraus, dass der Akkordpreis nach den Leistungen eines mittelmässigen Arbeiters festgesetzt ist, und nicht herabgesetzt wird, wenn der fleissige Arbeiter viel verdient; damit fällt auch die Einrede, dass Akkordarbeit nicht so gut ausgeführt wird wie Lohnarbeit.

Ein Punkt dagegen, in welchem ich mit Herrn Handke nicht einverstanden bin, ist der Gehilfennachweis. Nach meiner Ueberzeugung ist es das Praktischste, wenn der Nachweis für Arbeitskräfte durch die Gehilfen geschieht, ich denke mir, dass es dann möglich sein wird, eher passende Arbeitskräfte zu bekommen als jetzt; mir ist kein Fall bekannt, wo der nach seiner Leistung Gefragte erklärt hätte, etwas nicht anfertigen zu können. Es liesse sich indess vielleicht eine Vereinbarung treffen, dass die Herren Principale die Sache mit in die Hand nähmen; den Gehilfen wird es wohl nicht unangenehm sein, wenn sie die grossen pekuniären Lasten, die mit dem Arbeitsnachweis verbunden sind, nicht mehr allein zu tragen brauchen.

Um nun sämmtliche berechtigten sowohl als unberechtigten Forderungen zu prüfen und eine Lösung der Gehilfen- und Lehrlingsfrage herbeizuführen, schlägt Herr Handke eine Vereinigung vor, bestehend nur aus Principalen. Diesen Vorschlag halte ich, so gut er gedacht sein mag, nicht für praktisch; denn es würde nicht möglich sein, die Gehilfen zu dem Glauben zu bringen, dass die in Betracht kommenden Fragen auch von ihrem Standpunkte aus unparteiisch geprüft seien. Ich möchte deshalb den Wunsch äussern, dass zu den von Herrn Handke vorgeschlagenen Berathungen auch Gehilfen hinzugezogen werden, um jedes Misstrauen im Keim zu ersticken. Die Anzahl der zu wählenden Gehilfen überlasse ich Ihrem gütigen Wohlwollen.

Nachdem hiermit alle betheiligten Anschauungen zum Ausdruck gelangt sind, werden die weiteren Verhandlungen über diesen Gegenstand der vorgerückten Zeit wegen, nach längerer Geschäftsordnungsdebatte, auf den nächsten Tag verschoben.

Vierte Sitzung. Dienstag, den 17. September 1889. Vorsitzender: Herr Direktor Loewenherz.

Ehe in der Berathung über die Lehrlings- und Gehilfenfrage weiter fortgefahren wird, werden noch folgende Angelegenheiten erledigt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass gelegentlich des im August 1890 in Berlin stattfindenden internationalen Aerztekongresses auch eine allgemeine deutsche Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente geplant werde und dass es den hierbei maassgebenden Herren erwünscht sei, zu wissen, wie sich der deutsche Mechanikertag einem solchen Vorschlage gegenüber stelle.

Herr Färber spricht sich für eine solche Ausstellung aus.

Herr Prof. Abbe weist darauf hin, dass die Produktion neuer wissenschaftlicher Instrumente nicht so ergiebig sei, um allzu häufige Ausstellungen zu rechtfertigen. Redner entwickelt näher, wie sich allmälig eine gewisse Abneigung gegen Ausstellungen herausgebildet habe und beantragt zu beschliessen:

> „Der deutsche Mechanikertag erklärt, die deutschen Mechaniker haben kein Interesse daran, dass mit dem internationalen Aerztekongress im August 1890 eine allgemeine deutsche Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente verbunden wird."

Dieser Antrag wird angenommen.

Im Anschluss hieran leitet der Vorsitzende eine Besprechung über die bei den Naturforscherversammlungen stattfindenden Ausstellungen ein.

Aus denselben Gründen, wie eben entwickelt, nimmt die Versammlung nach kurzer Debatte folgenden von Herrn Prof. Abbe gestellten Antrag an:

> „Der deutsche Mechanikertag erklärt sich gegen jährliche Veranstaltungen von Ausstellungen wissenschaftlicher Instrumente gelegentlich der deutschen Naturforscherversammlungen; er hält es für erspriesslicher, dieselben nur dann stattfinden zu lassen, wenn die örtlichen und zeitlichen Verhältnisse hierzu günstig sind. Die Beschlussfassung hierüber liegt dem deutschen Mechanikertage bei seinen jährlichen Versammlungen, bezw. dem Vorstande desselben ob."

Im weiteren Verfolg beschliesst der Mechanikertag, im nächsten Jahre die Veranstaltung einer Ausstellung nicht befürworten zu wollen, empfiehlt jedoch seinen Mitgliedern, neue Instrumente und Apparate in der *Abtheilung für Instrumentenkunde* vorzuführen.

Der Ausschuss für den internationalen Aerztekongress hat inzwischen beschlossen, eine Ausstellung stattfinden zu lassen, dieselbe jedoch auf Instrumente, Apparate und Präparate für medicinische Zwecke zu beschränken. Da diese Ausstellung für viele Mechaniker sehr wohl ein Interesse haben kann, hat der Vorstand des Mechanikertages beschlossen, sich an den Vorarbeiten für dieselbe zu betheiligen, und, soweit dies gewünscht wird, die Interessen der ausstellenden deutschen Mechaniker wahrzunehmen.

Der nächste Gegenstand der Tagesordnung ist eine Besprechung über die Herausgabe und Einrichtung eines Mechaniker-Kalenders.

Das Wort erhält als Referent Herr Dr. Czapski und bespricht an der Hand des von Herrn Pensky herausgegebenen Mechaniker-Kalenders für 1889 mancherlei Aenderungen, die er bei späteren Ausgaben für wünschenswerth hält; im Allgemeinen wünscht Referent eine würdigere Ausstattung bei billigerem Preise.

Nach einer sich hieran anschliessenden kurzen Debatte, in welcher mancherlei Wünsche über die Einrichtung des Kalenders und seinen Preis geäussert werden, wird auf Antrag des Herrn Tesdorpf beschlossen:

„eine Kommission zur Berathung der Einrichtung eines Mechaniker-Kalenders einzusetzen und dieselbe zu beauftragen, sich mit dem Herausgeber des Kalenders in Verbindung zu setzen."

Zu Mitgliedern dieser Kommission werden gewählt die Herren Dr. Czapski, Dr. Epstein, Färber, Hartmann, Dr. Krüss, von Liechtenstein, Dr. Pernet, Tesdorpf und Wanke.

In der zu Heidelberg am Nachmittage des Sitzungstages unter dem Vorsitze des Herausgebers des Kalenders Herrn Pensky stattgehabten Sitzung der Kommission wurde die Einrichtung des Kalenders besprochen und beschlossen, dass die Kommissionsmitglieder ihre besondern bezüglichen Wünsche schriftlich dem Herausgeber mittheilen sollten.

Die Versammlung fährt hierauf in der Berathung über die Lehrlings- und Gehilfenfrage fort.

Der Vorsitzende giebt zunächst eine Uebersicht über die gestern gehaltenen Vorträge und eröffnet die Generaldebatte über die gestellten Anträge.

Es entspinnt sich eine lange Erörterung, an welcher sich die Herren Tesdorpf, Prof. Abbe, Dr. Krüss, Dr. Westphal, Haensch, Seibert, Becker, von Liechtenstein, Dr. Czapski, Färber, Jung, Wanke, ferner als Vertreter des Verbandes deutscher Mechaniker Herr Bremer, als Vertreter des Berliner Mechanikervereins Herr Taege betheiligen. Aus dem Verlauf der Debatte geht hervor, dass die Ansichten beiderseits noch nicht genügend geklärt sind, dass aber allseitig der gute Wille vorhanden ist, zu einer Verständigung zu kommen. Unter diesen Umständen kann eine Förderung der Angelegenheit nur von den Verhandlungen einer engeren Kommission erwartet werden. Es wird daher folgender Antrag des Herrn Prof. Abbe angenommen:

„Der Mechanikertag beschliesst die Einsetzung einer Kommission, welche beauftragt wird, gemeinsam mit den zur heutigen Versammlung erschienenen Vertrauensmännern der Gehilfenschaft, die auf das Lehrlings- und Gehilfenwesen bezüglichen Angelegenheiten zu berathen und dem nächsten Mechanikertage Vorschläge in Bezug auf diese Gegenstände zu machen."

Die Wahl von Mitgliedern dieser Kommission aus den Kreisen der selbständigen Mechaniker giebt hierauf Anlass zu einer längeren Debatte, in welcher sich, namentlich auf Veranlassung des Herrn Prof. Abbe, die Anschauung geltend macht, der Kommission eine Zusammensetzung zu geben, welche ihr den Charakter eines Schiedsgerichtes verleihe. Es wird demgemäss beschlossen:

„Der Mechanikertag bezeichnet die Orte, aus denen je ein Vertreter der selbständigen Mechaniker und ein Vertreter der Gehilfen gewählt werden sollen. Die Wahl der letzteren erfolgt, soweit sie nicht durch den vorhergehenden Beschluss bereits geschehen ist, durch eine an den betreffenden Orten stattfindende Versammlung sämmtlicher Mechanikergehilfen. Diese Versammlung wird durch ein überall gleichlautendes Cirkular und durch Anschlag in den Werkstätten von einem der Principale

berufen. Die Mittel zum Besuche der Kommissionssitzungen werden von der Versammlung gewährt."

Als diejenigen Städte, aus welchen Vertreter gewählt werden sollen, werden sodann bezeichnet Berlin, Frankfurt a. M., Hamburg, Stuttgart, Leipzig, München, Wetzlar und die Kommission erhält folgende Zusammensetzung:

Vorsitzender: Herr Prof. Abbe-Jena.

Mitglieder.	Vertreter der selbständigen Mechaniker.	Vertreter der Gehilfen.
Aus Berlin:	Herr Handke	Herr Taege
„ Hamburg:	„ Dr. Krüss	„ Bremer
„ Frankfurt a. M.:	„ Hartmann	„ Schlicke
„ Stuttgart:	„ Tesdorpf	„ Hebsacker
„ Leipzig:	„ Petzold	Noch zu wählen
„ München:	„ Dr. Edelmann	„ „ „
„ Wetzlar:	„ Seibert	„ „ „

Der Vorsitzende der Kommission hat eine Sitzung derselben auf den 29. December l. J. nach Jena einberufen und inzwischen die vorbereitenden Schritte für die Wahlen der drei noch fehlenden Gehilfenvertreter, übernommen.

Die Tagesordnung des ersten deutschen Mechanikertages ist damit erschöpft. Der Vorsitzende schliesst die Tagung mit dem Wunsche, dass die Verhandlungen einen Fortschritt in der Entwicklung der deutschen Mechanik und Optik bedeuten möchten.

Berlin, im November 1889.

Der Vorstand des deutschen Mechanikertages.

Im Auftrage:

H. Haensch. Dr. L. Loewenherz.
Vorsitzende.

Dr. A. Westphal.
Schriftführer.

Anhang

zu den

Verhandlungen des ersten deutschen Mechanikertages.

Auszüge

aus den Zolltarifen der wichtigsten Länder über die Verzollung von Gegenständen der Optik und Mechanik.

Auf Grund amtlicher Quellen aufgestellt von Herrn R. Steffens, Vorsteher des Bureaus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, unter Benutzung eines von Herrn Dr. H. Homann verfassten Vorentwurfes. (Vergl. S. 389.)

Die Gewichte und Zollsätze sind in Kilogramm und Mark umgerechnet und alle Bruchtheile bei Zollbeträgen über 10 *M.* auf volle Mark abgerundet worden. Zollsätze, welche in Folge von Handelsverträgen von den Sätzen des betreffenden allgemeinen Tarifs abweichen, sind als vertragsmässige bezeichnet. In denjenigen Fällen, in denen sich ermitteln liess, ob die Zollsätze sich auf Brutto- oder Nettogewicht beziehen, ist dies durch den Zusatz „br." oder „n." bei den Einheitssätzen ersichtlich gemacht. Als Bruttogewicht gilt das Gewicht der Waare einschliesslich der äusseren, für den Transport bestimmten Umschliessung (Kiste u. s. w.). Hinsichtlich des Nettogewichts unterscheidet man das wirkliche und das gesetzliche. Das wirkliche wird durch Abwiegen der Waare nach Entfernung aller äusseren und (der ganzen oder theilweisen) inneren Umschliessungen ermittelt. Das gesetzliche Nettogewicht ergiebt sich aus dem ermittelten Bruttogewicht nach Abzug eines gesetzlich bestimmten, als Tara bezeichneten Procentsatzes. Diese Tarasätze betragen in den bedeutendsten Ländern für die Verpackung in Ballen 4%, in Körben 6%, in Kisten und Fässern bei Metallwaaren zwischen 10 und 13%, bei Glas- und Kurzwaaren zwischen 15 und 20%.

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Europa.		
	Belgien.		
	(Tarifausgabe des belgischen Finanzdepartements vom Juli 1887. — Handelsvertrag vom 22. Mai 1865. Uebereinkommen vom 30. Mai 1881. Giltig bis 1 Jahr nach Kündigung.)		
26	Instrumente und Apparate, wissenschaftliche:		
	Optische, mathematische, astronomische, Präcisions-, chirurgische, physikalische, chemische für Laboratorien, getrennt eingehende Bestandtheile wie ganze Instrumente		frei
29	Maschinen, Mechanismen und Werkzeuge:		
	aus Gusseisen	100 *kg*	1,60 *M.*
	„ Schmiedeeisen oder Stahl	100 „	3,20 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	aus Holz	v. Werth	10 Proc.
	„ Kupfer oder jedem anderen Material . . .	100 *kg*	9,60 *M.*
	Getrennt eingehende Maschinentheile, die derartig fertig gestellt sind, dass sie ohne Anwendung einer bestimmten Handarbeit in eine Maschine eingefügt werden können, gehören hierher. — Maschinen und Maschinenbestandtheile, welche nach verschiedenen Zollsätzen zu tarifiren sind, werden nach dem dem Gewichte nach vorherrschendem Material verzollt. — Zu den Werkzeugen gehören nur solche, welche zur Ausübung eines Handwerks dienen. — Maschinen, Maschinenbestandtheile und Werkzeuge aus Kupfer, Kautschuk u. s. w. können wie Kupfer-, Kautschuk- u. s. w. Waaren erklärt werden, wenn der Importeur diese Tarifirung (34) für günstiger erachtet als die nach (29).		
34	Gusseisenwaaren	100 *kg*	1,60 „
	Schmiedeeisen- und Stahlwaaren	100 „	3,20 „
	Waaren aus Kupfer, Nickel, Bronze, Neusilber u. s. w.	v. Werth	10 Proc.
	Metallwaaren, welche zu den Kurzwaaren und Quincaillerien gehören oder zu den Möbeln, sind von der Tarifirung nach (34) ausgeschlossen; ebenso diejenigen, welche im Hinblick auf ihre Verwendung (wissensch. Instrumente, Maschinen, Mechanismen, Werkzeuge, Uhren u. s. w.) einem günstigeren Zollsatz zugewiesen werden können.		
45	Uhrfournituren (m. Ausnahme der zu Taschenuhren)	v. Werth	5 Proc.
56	Glaswaaren	v. Werth	10 „
	Bulgarien.		
	8 Proc. vom Werth für die in der Werthtabelle aufgeführten Waaren.		
	Für die nicht darin aufgeführten Gegenstände wird der Marktpreis zu Grunde gelegt unter Abzug von 10 Proc.		
	Dänemark. (Gesetz vom 4. Juli 1863.)		
79	Patentglas für Leuchtthürme und Schiffe; Retorten .	100 *kg* n.	7,10 *M.*
82	Glaswaaren in Verbindung mit Metallen	100 „ „	76 „
103	Astronomische, chirurgische, mathematische, nautische, optische, physikalische und dergl. Instrumente .	100 „ „	76 „
173	Grobe Guss- und Schmiedeeisenwaaren (auch grobe Maschinentheile, Decimalwaagen, Gewichte) . .	100 „ „	4,74 „
174	Andere Waaren aus Eisen und Stahl	100 „ „	14 „
170	Draht, auch übersponnen, aus Eisen und Stahl . .	100 „ „	1,20 „
175	„ Blei, Zinn, Zink . .	100 „ „	4,74 „
176	„ ander. unedlen Metall.	100 „ „	14 „
256	Chronometer, auch zusammengesetzte Werke zu solchen	Stück	1,14 „
258	Gas- und Wassermessuhren sowie andere Uhren, (mit Ausnahme der Taschen-, Tafel- und Thurmuhren)	100 *kg* n.	38 „
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	v. Werth	10 Proc.

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Die Ober-Zollverwaltung kann nach dieser Tarifnummer auch zusammengesetzte Werke oder Bestandtheile von solchen behandeln, wie: zu Gas-, Telegraphen-, Wasserleitungsanlagen u. dergl., dann Maschinen aus jedem Material, im Falle Umstände die Behandlung nach einer anderen Tarifnummer erschweren, oder der zollamtlich Erklärende die Verzollung mit 10 Proc. vom Werth wünscht.		
	Modelle, zu anderem Gebrauch nicht verwendbar . .		frei
	Deutsches Reich. (Zolltarifausgabe vom 1. Juli 1888.)		
6	Handfeilen, Bohrer, Schneidkluppen und dgl. . . .	100 *kg* n.	15 *M.*
	Feine Waaren aus schmiedbarem Eisen, polirt oder lackirt	100 „ „	240 „
	Uhrwerke zu anderen als Thurm- und Taschenuhren sowie Uhrfourn ituren aus unedlen Metallen . . .	100 „ „	60 „
10	Rohes optisches Glas	100 „ br.	3 „
	Farbiges Glas und Glas i. Verb. m. and. Materialien	100 „ n.	30 „
15	Instrumente: astronomische, chirurgische, optische, mathematische, chemische für Laboratorien, physikalische		frei
	Maschinen, überwiegend aus Holz	100 „ br.	3 „
	„ aus Gusseisen	100 „ „	3 „
	„ „ schmiedbarem Eisen	100 „ „	5 „
	„ „ anderen unedlen Metallen	100 „ n	8 „
19	Kupferdraht und Kabel	100 „ „	12 „
20	Brillen, Operngucker	100 „ „	120 „
	Finnland. (Gesetz vom 22. December 1886, modificirt durch Gesetz vom 30. Mai 1888.)		
19	Kompasse		frei
49	Nicht gefasste optische Gläser		frei
62	Barometer, Thermometer ohne Verzierungen . . . (Mit Verzierung: wie Galanteriewaaren.)		frei
	Mikroskope		frei
65	Uhren, Chronometer, astronomische Instrumente, Teleskope, Manometer, Gas- und Wassermesser . .		frei
206	Instrumente: physikalische, chemische, optische, chirurgische; photographische Apparate nebst Zubehör u. a.	100 *kg* n.	85 *M.*
	Augengläser, Lorgnetten, Operngucker in Gold, Silber, Platina wie 207.		
	„ in Aluminium, Perlmutter, Schildpatt, Elfenbein, Email, Bernstein	100 „ „	602 „
	„ in anderer Fassung	100 „ „	85 „
	Futterale und Etuis werden nach Beschaffenheit des Materials bezahlt.		
207	Metallwaaren aus:		
	1. Gold aller Art	1 „ „	151 „
	2. Silber	1 „ „	11 „
	3. Platina	1 „ „	113 „
	Instrumente und Gefässe aus Platina zum Fabrik- und Gewerbegebrauch		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
215	Eiserne Gewichte	100 *kg* n.	9,44 *M.*
216	Dezimalwaagen von mehr als 42,5 *kg* Gewicht	100 „ „	14 „
217	Waagen unter 42,5 *kg* Gewicht	100 „ „	24 „
260	Gewichte und Waagschalen	100 „ „	33 „
219	Werkzeuge und Instrumente von Schmiedeeisen	100 „ „	94 „
231	Maschinen überwiegend aus Holz, Eisen oder Stahl	100 „ „	12 „
	„ „ „ Kupfer	100 „ „	47 „
	Elektrotechnische Maschinen und Apparate	100 „ „	38 „
	Frankreich.		
	(Allgem. Zolltarif vom 21. September 1885. — Frankfurter Vertrag vom 18. Mai 1871, Artikel 11, und vom 11. Dezember 1871, Artikel 17.)		
201	Kupferdraht, auch mit Zinn oder Zink legirt	100 *kg* br.	8 *M.*
331	Uhrgläser, optische Gläser: roh	100 „ n.	12 „
	„ „ „ geschliffen	100 „ „	119 „
450	Verschiedene Zählwerke, Schrittzähler	Stück	0,80 „
466	Gasometer	100 *kg* n.	6,40 „
469	Werkzeugmaschinen:		
	enthaltend 75 Proc. oder mehr Gusseisen	100 „ „	4,80 „
	„ 50 „ bis ausschl. 75 Proc. Gusseisen	100 „ „	8 „
	„ weniger als 50 Proc. „	100 „ „	12 „
474	Maschinenbestandtheile:		
	aus Gusseisen polirt, abgefeilt und adjustirt	100 „ „	4,80 „
	„ Schmiedeeisen desgl.	100 „ „	7,20 „
	„ Schmiedestahl, von mehr als 1 *kg* Gewicht	100 „ „	8 „
	dieselben im Gewicht von 1 *kg* und darunter	100 „ „	16 „
	„ Kupfer oder Kupferlegirung	100 „ „	16 „
475	Werkzeuge aus Stahl oder Kupfer	100 „ „	16 „
531	Taktmesser	Stück	0,80 „
560	Optische, mathematische, astronomische Präzisionsinstrumente		frei
561	Chirurgische Instrumente		frei
562	Chemische Instrumente für Laboratorien		frei
563	Brillen, Zwicker, Lupen, Operngläser	100 *kg* n.	120 *M.*
	Griechenland.		
	(Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 27. Juni/9. Juli 1884. Giltig bis 3. März 1895.)		
237	Gläser zu Uhren und dioptrischen Instrumenten	100 *kg*	188 *M.*
252	Landwirthschaftl. u. Industriemaschinen sowie Theile davon		frei
254	Dezimalwaagen und eiserne Waagen und Gewichte	100 „	25 *M.*
287	Instrumente zur Heilkunde, sowie sämmtliche wissenschaftlichen Instrumente (auch Barometer, Thermometer, Aräometer, Chronometer)		frei
261	Feinere Stahlwaaren	100 „	125 *M.*
324	Brillen		frei
	Operngucker nebst Futteralen	100 „	250 *M.*
	Optische Instrumente jeder Art		frei
327	Glasfabrikate in Verbindung mit Materialien aller Art, in anderen Abtheilungen nicht besonders benannt	v. Werth	20 Proc.
363	Galvanisirmaschinen		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Grossbritannien.		
	(Handelsvertrag vom 30. Mai 1865. Schifffahrtsvertrag vom 16. August 1865. — Giltig bis 1 Jahr nach Kündigung.)		
	Hiernach sind die für die Optik und Mechanik in Betracht kommenden Gegenstände bei der Einfuhr in Grossbritannien von jeder Eingangsabgabe frei.		
	Italien.		
	(Zolltarif vom 14. Juli 1887. — Vertrag vom 4. Mai 1883. Giltig bis 1. Febr. 1892.)		
210	Feine Geräthschaften u. Werkzeuge aus Eisen oder Stahl	100 *kg* br.	14 *M.*
226	Werkzeugmaschinen, Drehbänke, Bohrmaschinen . .	100 „ „	7,20 „
	Dynamoelektr. Maschinen: bis 20 Pferdekräfte . (vertragsmässig)	100 „ n.	20 „
	darüber hinaus . . (vertragsmässig)	100 „ br.	13 „
227	Apparate aus Kupfer und anderen Metallen zum Erwärmen, Raffiniren, Destilliren (vertragsmässig) .	100 „ „	14 „
228	Instrumente, optische, mathematische, präzisions-, astronomische, physikalische, chemische, chirurgische u. s. w. (vertragsmässig)	100 „ n.	24 „
258	Glaswaaren: roh . . (vertrags- mässig)	100 „ br.	6,80 „
	„ geschliffen (vertrags- mässig)	100 „ „	12 „
335a	Kabeldrähte, mit Geweben und Firniss, auch mit Guttapercha oder Kautschuk überzogen	100 „ n.	48 „
335b	Kabel, durch Eisen oder anderes Metall bedeckt (einschl. der unterseeischen Kabel)	100 „ „	24 „
	Montenegro.		
	(Gesetz vom 21. Juli 1881.)		
	4 Proc. vom Werth.		
	Niederlande.		
	(Zolltarif vom 15. August 1862. / 6. April 1877.)		
	Drehbänke	v. Werth	5 Proc.
	Glaswaaren aller Art	100 *kg* n.	8,50 *M.*
	Instrumente, mathem., physik., optische, chirurgische, Kupferdrähte für elektro-galvanische Apparate, Telegraphenrequisiten	v. Werth	5 Proc.
	Als Instrumente dienende Gegenstände, welche aus einem einzigen Stoff bestehen, wie Retorten, sind je nach der Beschaffenheit ihres Materials zu rubriciren.		
	Telegraphendraht und Kabel		frei
	Uhren	v. Werth	5 Proc.
	Norwegen.		
	(Ausgabe des Zolltarifs vom 1. Juli 1888.)		
45	Brillen, Lorgnetten, Lupen, Brenngläser . . . . (ungefasst: wie Glaswaaren, frei.)	100 *kg* n.	39 *M.*
190	Fernrohre, Mikroskope	100 „ „	39 „
120	Kolben, Retorten und Telegraphen-Isolatoren aus Glas		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
121	Optische Gläser		frei
267	Maasse und Gewichte		frei
276	Maschinen und Maschinenbestandtheile		frei
468	Reisszeuge	100 *kg* n.	39 *M.*
469	Telegr. Apparate, Telephon-Apparate und Kabel		frei
503	Taschenuhren, Taschenchronometer	Stück	1,20 *M.*
508	Andere Uhren (ausschl. d. Taschen- und Thurmuhren)	100 *kg* n.	75 „
510	Uhrenbestandtheile, sowie zusammengesetzte Uhrwerke ohne Gehäuse	100 „ „	113 „
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	v. Werth	10 Proc.
	Modelle, nicht zu anderem Gebrauch verwendbar		frei
	Oesterreich-Ungarn.		
	(Zolltarif vom $\frac{\text{25. Mai 1882.}}{\text{21. Mai 1887.}}$ — Handelsvertrag vom $\frac{\text{23. Mai 1881.}}{\text{8. Dez. 1887.}}$)		
	(Giltig bis 1 Jahr nach Kündigung.)		
238	Optisches Glas, roh und angeschliffen	100 *kg* br.	3 *M.*
239	Taschenuhren-Gläser, Brillengläser und andere optische Gläser, geschliffen	100 „ n.	150 „
269	Eiserne Schrauben von mindestens 5 *mm* Dicke	100 „ „	20 „
	Desgl. unter 5 *mm* Dicke; fertige Werkzeuge im Einzelgewicht unter 500 *g*	100 „ „	40 „
271	Feine, polirte u. s. w. Waaren von Eisen oder Stahl; übersponnener Draht	100 „ „	50 „
276	Kupferdraht von über 0,5 *mm*	100 „ „	16 „
	„ „ 0,5 *mm* und darunter	100 „ „	20 „
279	Telegraphenkabel	100 „ „	40 „
285	Maschinen und Apparate, nicht besonders benannt,		
286	überwiegend (d. i. 75 Proc. oder mehr) aus Holz	100 „ „	10 „
	„ (d. i. mit mehr als 50 Proc.) aus unedlen Metallen	100 „ „	30 „
287	andere	100 „ „	17 „
	Elektro-Dynamomaschinen; Werkzeugmaschinen im Gewicht von 200 Meterzentnern (20 000 *kg*) oder darüber (vertragsmässig)	100 „ „	10 „
298	Präzisionsinstrumente zu wissenschaftlichen Zwecken (astron., mathem., physikal., chirurg.), ohne Rücksicht auf die Materialien, aus denen sie verfertigt sind		frei
299	Instrumente für allgemeinen Gebrauch, sofern sie nicht unter höher belegte Kurzwaaren fallen:		
	a) optische, Operngucker, Perspektive, gefasste Augengläser, Lupen und dergl.	100 „ „	400 *M.*
	b) nicht besonders benannte	100 „ „	100 „
305	Uhren und Uhrwerke (mit Ausnahme der Taschen- und Thurmuhren), sofern sie nicht unter höher belegte Kurzwaaren fallen	100 „ „	200 „
	Ostrumelien wie **Bulgarien.**		

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Portugal.		
	(Amtliche Ausgabe des Zolltarifs vom 22. September 1887. — Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 2. März 1872. Giltig bis 1 Jahr nach Kündigung.)		
145	Eisendraht	100 *kg* n.	1,36 *M.*
161	Stahldraht	100 „ „	32 „
169	Draht aus Kupfer, Messing u. dergl.	100 „ „	36 „
146	Eisendraht übersponnen oder mit Papier überzogen .	100 „ „	227 „
155	Schmiedeeisenwaaren, polirt (vertragsmässig) . . .	100 „ „	72 „
219	Instrumente und Apparate, chirurgische in ganzen Garnituren oder in einzelnen Stücken, mit Etuis	v. Werth	22 Proc.
220	Rechen-, Beobachtungs- und Präzisionsinstrumente, in kompletem Zustand oder in einzelnen Bestandtheilen	v. Werth	7 Proc.
	Instrumente, Handwerkszeug, Geräthe und Maschinentheile, im Tarif nicht besonders benannt, für Künste, Handwerke, Laboratorien u. zu industriellen Arbeiten:		
221	von Glas, Krystall oder Steingut (vertragsmässig) . .	100 *kg* n.	0,45 *M.*
222	andere . . . . (vertragsmässig) . .	100 „ „	9 „
228	Industriemaschinen, nicht besonders benannte . . .	100 „ „	6,75 „
	Hierher gehören solche, welche die zur Hervorbringung eines mechanischen Zweckes, dem sie gewidmet sind, nöthigen Vorrichtungen und Bestandtheile enthalten.		
230	Brillen und Augengläser, auch Theile von solchen .	100 „ „	454 „
242	Uhren (mit Ausnahme der Taschenuhren)	v. Werth	25 Proc.
	Modelle von Maschinen, Apparaten, Instrumenten .		frei
	Rumänien.		
	(Zolltarif vom 17./29. Mai 1886. — Handelskonvention vom 14. Novbr. 1877 und Nachtragskonvention vom 1. März 1887. Giltig bis 10. Juli 1891.)		
409	Glas roh	100 *kg* n.	8 *M.*
416	Uhrgläser und Gläser für optische Instrum., (vertragsmässig)		
	ungeschliffen	100 „ „	24 „
	Desgl. geschliffen	100 „ „	40 „
443	Kupfer-, Messing- oder Bronzedraht, auch übersponnen		frei
493	Feine Eisen- und Stahlwaaren, auch Brillen- und Pincenezgestelle	100 „ „	160 „
498	Chirurgische Instrumente (vertragsmässig)		frei
504	Maschinen aus Gusseisen . . . . . (vertragsmässig) . .	100 „ br.	4,80 „
505	„ „ Schmiedeeisen oder Stahl (vertragsmässig) . .	100 „ n.	7,60 „
508	„ „ anderen ordinär. Metallen (vertragsmässig) . .	100 „ „	16 „
582	Präzisionsinstrumente aller Art		frei
	Brillen, Operngucker, gewöhnliche Zirkel wie Kurzwaaren:		
578	aus Schildpatt, Elfenbein, Perlmutter auch in Verbindung mit edlen Metallen .	1 „ „	8 „
581	aus anderen gemeinen Materialien . . .	1 „ „	2,40 „
	Russland.		
	(Zolltarif, richtig gestellt bis zum 1. März 1889.)		
	Brillen, Lorgnetten, Operngucker in Einfassungen von:		
159	Gold	1 *kg* n.	340 *M.*
	Silber	1 „ „	23 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
159	Brillen aus Platina	1 *kg* n.	157 *M.*
227	„ „ Schildpatt, Elfenbein	1 „ „	16 „
167	Unterseeische Kabel aus Draht	100 „ „	78 „
173	Handwerkszeuge für Künstler, Gewerbtreibende und Fabriken	100 „ „	27 „
175	Maschinen und Apparate zum Gewerbebetrieb:		
	vorwiegend aus Kupfer	100 „ „	68 „
	„ „ Gusseisen, Eisen und Stahl	100 „ „	27 „
231	Waagen mit Zubehör	100 „ „	52 „
	Dezimalwaagen mit Zubehör, wenn sie mehr als 49,14 *kg* wiegen	100 „ „	27 „
233	Instrumente, mathem., physik., chem., chirurg., Manometer, Wasser- und Gasmesser, photograph. Apparate, Brillen, Lorgnetten, Fernrohre, Operngucker in Fassung aus gewöhnlichem Material, einschl. des Gewichtes der Kisten, Futterale u. s. w., in welchen sie verpackt sind	100 „ „	142 „
234	Chronometer, goldene und vergoldete	Stück	5,55 „
	Desgl. andere	„	2,88 „
	Schweden.		
	(Zolltarif nach der Ausgabe vom 1. Juli 1887.)		
162	Gasmesser	v. Werth	5 Proc.
271	Eisen- und Stahlwaaren, polirt	100 *kg*	40 *M.*
171	Optische Gläser, lose und nicht gefasst		frei
235	Optische Instrumente einschliesslich der Operngläser, Augengläser und der gefassten optischen Gläser aller Art (ohne Tara für Schachteln, Futterale u. s. w.)	100 „	40 *M.*
385	Chirurg., mathem., physik. und nautische Instrumente, einschliesslich der Thermometer und Barometer, Manometer, Maassstäbe, Zirkel, Reisszeuge und der nicht besonders benannten Instrumente (auch für Handwerker), Maschinen, Geräthe und Werkzeuge, sowie des Kupfer- oder Bronzedrahts, übersponnen oder mit Isolirmasse überzogen		frei
602	Schiffs-Chronometer	Stück	1,13 *M.*
509	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik (auch Dezimalwaagen), nach Beschaffenheit des Materials, aus welchem sie hauptsächlich bestehen, oder, wenn dies nicht bestimmt werden kann	v. Werth	15 Proc.
	Waaren mit einer Bezeichnung (einer industriellen Anlage, eines Orts oder Gewerbtreibenden), welche den Anschein der Herstellung in Schweden erweckt, werden bei der Einfuhr daselbst konfiscirt.		
	Schweiz.		
	(Zolltarif vom $\frac{\text{26. Juli 1884.}}{\text{17. Dez. 1887.}}$ — Handelsvertrag v. 23. Mai 1881, Zusatzvertrag v. 11. November 1888. Giltig bis 1. Febr. 1892.)		
47a	Uhrengläser (vertragsmässig)	100 *kg* br.	13 *M.*
95	Instrumente und Apparate, astron., chem., chirurg., mathem., phys., optisch. (mit Einschluss der optisch. Gläser, Brillen, Operngucker)	100 „ „	13 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
105	Maschinen (ausschl. Lokomotiven) u. fertige Maschinentheile	100 *kg* br.	3,20 *M.*
131a	Eisen- und Stahlwaaren, polirt (vertragsmässig) . .	100 „ „	16 „
138	Kupfer- oder Messingdraht u. s. w. mit Kautschuk überzogen, mit Draht oder Garn umsponnen . .	100 „ „	8 „
	Serbien.		
	(Zolltarif nach dem Ukas vom 7. Juni 1883. — Handelsvertrag vom 6. Januar 1883. Giltig bis 25. Juni 1893.)		
30	Werkzeuge und Schneideinstrumente aller Art für Handwerke, aus Eisen oder Stahl	100 *kg*	29 *M.*
	Polirte Eisen- und Stahlwaaren (auch Uhren, mit Ausnahme der Taschen-, Stutz- und Wanduhren) . .	100 „	60 „
33	Kupferdraht	100 „	24 „
51	Maschinen aus Metall, Holz oder anderem gemeinen Material		frei
52	Astron., optisch., mathem., mechan., mediz., chirurg., physik. und andere Instrumente zu wissenschaftlichem Gebrauch und für Laboratorien	100 „	80 *M.*
	Spanien.		
	(Zolltarif vom $\frac{\text{10. Sept. 1886.}}{\text{12. Mai 1888.}}$ — Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 12. Juli 1883 und 10. Mai 1885. Giltig bis 1. Februar 1892.)		
13	Brillen- und Uhrgläser (vertragsmässig)	100 *kg* n.	55 *M.*
44	Kupferdraht (vertragsmässig)	100 „ „	27 „
	Telegraphendraht für die im Artikel 19 des Budgets 1876/77 aufgeführten Eisenbahnunternehmungen .	100 „ „	1,68 „
	Unterseeische Telegraphenkabel		frei
215	Chronometer (vertragsmässig)	Stück	3,81 *M.*
216	Brückenwaagen (vertragsmässig)	100 *kg* br.	18 „
	„ für die vorbezeichneten Eisenbahnunternehmungen	100 „ „	4 „
219	Maschinen für die Industrie:		
	aus Kupfer und Legirungen } (vertragsmässig)	100 „ „	19 „
	aus anderen Materialien } (vertragsmässig)	100 „ „	6,40 „

Der Importeur eines einzelnen Maschinentheils kann denselben als Maschinentheil oder nach dem für das Material, aus dem der gedachte Theil besteht, geltenden Zollsatz verzollen.

Geräthe, eiserne Werkzeuge und Utensilien, welche zu den Künsten und zur Industrie gebraucht werden, werden nicht als einzelne Theile von Maschinen, sondern nach dem Material verzollt, aus welchem sie bestehen.

Röhren, Stangen, Axen, Schrauben, Platten, Bleche, Kesselböden, Draht und andere im Tarif ausdrücklich aufgeführte Artikel müssen immer nach jenen Tarifnummern verzollt werden, zu welchen sie der Taxe nach gehören, auch wenn sie zu Maschinen bestimmt sind.

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Türkei.		
	(Handelsvertrag vom 20. März 1862. Giltig 28 Jahre.)		
	8 Proc. vom Werth.		
	Der der Verzollung zu Grunde liegende Werth entspricht dem Marktpreis nach Abzug von 10 Procent.		
	Asien.		
	Ceylon.		
	(Zolltarif mit den Abänderungen vom 1. Januar 1885 und 30. April 1887.)		
	Maschinen und mechanische Apparate sowie Theile davon		frei
	Instrumente (chirurgische, u. s. w.)		"
	China.		
	(Handelsvertrag vom 2. September 1861 und Zusatzvertrag vom 31. März 1880.)		
	Teleskope,Ferngläser, Operngläser	v. Werth	5 Proc.
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	"	5 "
	Japan.		
	(Zolltarif. Vertrag vom 20. Februar 1869.)		
	Instrumente, optische, chirurgische und andere wissenschaftliche	"	5 "
	Maschinen und Geräthe von Eisen und Stahl . . .	"	5 "
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	"	5 "
	Ostindien (Britisch).		
	(Die indische Tarifakte 1882.)		
	Einfuhrartikel (mit Ausnahme von Salz, Opium, Spiritus, Waffen, Munition und Militärvorräthen) . .		frei
	Ostindien (Niederländisch).		
	(Zolltarif vom 16. April 1886.)		
	Instrumente, mathematische, physikalische, optische, u. s. w.		frei
	Telegraphendraht und Kabel		frei
	Kupferdraht	"	10 Proc.
	Fabrik- und Dampfmaschinen und deren Theile sowie Fabrik-Apparate und Geräthschaften		frei
	Uhren	"	6 Proc.
	Brillengläser	"	6 "
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	"	6 "
	Ostindien (Portugiesisch).		
	A. Zolltarif bei den Zollämtern in Indien (Nove Goa, Damiao, Diu.)		
	Eisenwaaren, Maschinen, Instrumente, agronomische und industrielle Werkzeuge jeder Art, wissenschaftliche Instrumente, Maschinen		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik fremden (nicht portugiesischen) Ursprungs	v. Werth	11 Proc.
	Ausserdem wird noch eine besondere Abgabe im Betrage von 3 Proc. vom Werth erhoben.		
	B. Zolltarif für den Distrikt Timor (Zollamt zu Dilly). (Diario do Governo vom 19. Februar 1887.)		
	Maassstäbe, Waagen, Gewichte und Decimalmaasse .	„	1 „
	Eiserne mechanische Kunstwerkzeuge, Maschinen . .		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	„	6 Proc
	Philippinen (Spanisch). (Zolltarif mit den Abänderungen von 1884 und 1889.)		
	Apparate zur Beleuchtung	„	10 Proc.
	Uhren	„	10 „
	Feine Eisenwaaren, polirt u. s. w. . . (Bei Verpackung in Kisten und Fässern w. eine Tara von 20 Proc. in Abzug gebracht.)	100 *kg*	16 *M.*
	Kupferdraht	100 „	20 „
	Waaren aller Art, gemeine Quincaillerieartikel (auch vergoldet), Gegenstände aus Legirungen von gemeinem Metall und Kupfer	100 „	60 „
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	v. Werth	10 Proc.
	Durch Königliches Dekret vom 27. August 1889 ist ein transitorischer Aufschlag von 50 Proc. auf die Einfuhrzölle gelegt.		
	Im Hafen von Manila wird ausserdem zu Hafenanlagen u. s. w. ein Fünftel der tarifmässigen Zölle erhoben.		
	Afrika.		
	Algier wie **Frankreich.**		
	Egypten. 8 Proc. vom Werth.		
	Diese Art der Verzollung beruht auf den 1861/62 mit der Türkei abgeschlossenen und heute noch giltigen Handelsverträgen der europäischen Staaten.		
	Kapkolonie und Oranje-Freistaat. (Vorläufiger Zollvereinsvertrag vom 28. März/5. April 1889.)		
	Maschinen und deren Bestandtheile		frei
	Materialien zum Bau von Telegraphenlinien innerhalb des Zollvereins		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	„	12 Proc
	Marocco. 10 Proc. vom Werth.		
	Natal. (Zolltarif, veröffentlicht am 23. Dezember 1886 und Gesetz vom 14. Juni 1889.)		
	Maschinen, mit Dampf-, Wasser- oder Thierkraft getrieben		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	„	5 Proc.

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Südafrikanische Republik. (Einfuhrzolltarif mit den Abänderungen vom 24. August 1887 und 20. Juni 1888.)		
	Maschinen ohne Ausnahme	v. Werth	$1^1/_2$ Proc.
	Alle übrigen Artikel unterliegen einem allgemeinen Werthzoll von 5 Proc., zu dem bei einzelnen Waaren ein besonderer Einfuhrzoll kommt.		
	Swasiland. (Zolltarif, giltig seit dem 1. September 1888.)		
	Gegenstände der Optik und Mechanik	„	5 „
	Tunis. 8 Proc. vom Werth.		
	Zanzibar. (Freundschafts-, Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 20. Dezember 1885.)		
	Der Einfuhrzoll darf 5 Proc. des Werthes der eingeführten Waaren nicht übersteigen.		
	Amerika.		
	Nord-Amerika.		
	Canada. (Zolltarif nach dem Stand vom 22. Mai 1888.)		
100	Uhrfedern	v. Werth	10 Proc.
177	Gasmesser	„	30 „
245	Chirurgische Instrumente { die Kästen	„	35 „
	die Instrumente	„	20 „
417	Brillen und Augengläser	„	30 „
418	Unfertige Theile davon	„	25 „
458	Telephone, telegraphische Instrumente, elektrische und galvanische Batterien, Apparate zur elektrischen Beleuchtung sowie Theile davon (Lampen, Kohle u. s. w.), für sich eingehend und nicht zu anderen Zwecken verwendbar	„	25 „
503	Draht mit Baumwolle, Leinen, Seide und anderem Material überzogen	„	25 „
849	Messing- oder Kupferdraht (rund oder flach)		frei
737	Modelle von Erfindungen und anderen Verbesserungen in den Künsten		frei
	(Kein Artikel gilt als Modell oder Verbesserung, der zum Gebrauch eingerichtet werden kann.)		
761	Physikalische Instrumente und Apparate für Akademien, Schulen, wissenschaftliche und litterarische Gesellschaften		frei
	Mexiko. (Zolltarif von 1887.)		
	(Die auf einheimischen Schiffen eingeführten Waaren geniessen Zollermässigungen.)		
1	Telegraphen- und Telephondraht (unter Nachweis der Verwendung)		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
2	Kupferdraht, isolirt, für elektrisches Licht mit einem Durchmesser von Nr. 6 des Birminghamer Maasses (unter Nachweis seiner Bestimmung)		frei
46	Maschinen u. Apparate für Landwirthschaft, Industrie, Künste und Wissenschaften, nicht besonders aufgeführt		frei
218	Uhr- und Brillengläser	1 *kg* n.	1,80 *M.*
269	Augengläser und Linsen, in Fassung (ausser Gold und Silber)	1 „ „	5 „
270	Augengläser ohne Fassung von den Nr. 6 und 8 und ordinäre Linsen von Nr. 1 bis 3	100 „ br.	12 „
296	Stereoskope	100 „ „	26 „
304	Wissenschaftliche Instrumente	100 „ „	4 „
	Vereinigte Staaten.		
	(Zolltarif vom 3. März 1883.)		
	Naturwissenschaftliche Apparate	v. Werth	35 Proc.
	Rohe Krystalle für Optiker		frei
	Glas zum Gebrauch bei Herstellung optischer Instrumente		frei
	Kleine Glasplatten mit geschliffenen oder geschnittenen Rändern als Unterlage für kleine Gegenstände bei der mikroskopischen Untersuchung	„	45 Proc.
	Platina, nicht verarbeitet, sowie Vasen, Retorten und andere Apparate, Gefässe oder Theile davon, zum chemischen Gebrauch		frei
	Physikalische und wissenschaftliche Apparate, Instrumente und Präparate		frei
	Patentbussolen aus Glas und Metall, Taschenkompasse zum allgemeinen Gebrauch, Luftmessapparate von Metall und Glas für Bergleute; Spektroskope	v. Werth	45 Proc.
	Brillen in Metallfassung, nur mit Silber gewaschen	„	45 „
	„ „ Fassung von Silber	„	30 „
	Brillenfutterale aus Papiermaché	„	30 „
	Etuis von Leder oder Holz für Operngucker, Marinegläser und Fernrohre sind als gebräuchliche und gewöhnliche Umschliessungen der genannten Gegenstände zollfrei zu lassen, sobald ihr Werth in der Faktura und bei der Eingangsabfertigung getrennt von dem der Waaren aufgeführt wird.		
	Zusammenlegbare Maasse aus dünnen, durch Stahlstifte und Messingscharniere an einander befestigten Holzstäben	„	45 „
	Die Einfuhr von Uhrgehäusen, Uhrwerken oder Theilen von solchen und anderen ausländischen Fabrikaten, welche den Namen oder die Fabrikmarke amerikanischer Erzeugung tragen, ist verboten, es sei denn, dass der einheimische Fabrikant selbst der Importeur solcher Waaren ist.		

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Mittel-Amerika.		
	Costa Rica.		
	(Zolltarif vom 7. September 1885.)		
	Künstliche Magnete	100 *kg*	28 *M.*
	Barometer, Kompasse	1 „	0,44 „
	Glaserdiamanten	1 „	4,35 „
	Brillen, goldene	1 „	36 „
	„ silberne	1 „	18 „
	Brillengestelle aus anderen Metallen	1 „	4,35 „
	Cuba.		
	(Berichtigter Zolltarif von 1884 und 10. Mai 1885. Giltig bis 1. Februar 1892.)		
231	Elektrische und andere Maschinen	v. Werth	8 Proc.
289	Kupfer- und Messingdraht	100 *kg*	52 *M.*
	Dominikanische Republik.		
	(Zolltarif. Dekret vom 2. October 1884.)		
	Maschinen und Instrumente im Dienst der Wissenschaft und Kunst		frei
	Augengläser in Gold- oder Silberfassung	v. Werth	54 Proc.
	Augengläser, gewöhnliche	1 Stück	0,40 *M.*
	Ferngläser	1 „	16,80 „
	„ sogenannte Doppelgucker	1 „	8,40 „
	Brillen, Linsen in Gold oder Silber gefasst	v. Werth	54 Proc.
	„ in Schildpatt	1 Stück	2,10 *M.*
	„ in Stahl oder anderem Metall, feiner Sorte	1 „	0,54 „
	„ gewöhnlicher Sorte	1 „	0,25 „
	Kompasse oder Magnetnadeln	v. Werth	54 Proc.
	Maassstäbe	1 Stück	0,54 *M.*
	Oktanten, Sextanten, Quintanten	v. Werth	54 Proc.
	Pincetten	1 Stück	0,16 *M.*
	Waagen zum Wägen von Gold, Silber, Apothekerwaaren	1 „	4,30 „
	„ von Kupfer oder Eisen mit ihren Schalen	1 „	2,15 „
	„ ohne Schalen	1 „	1,45 „
	„ für grössere Verwiegungen	100 *kg*	17 „
	Hayti.		
	(Zolltarif. Zu den nachstehenden Zöllen kommen noch 33 1/3 Proc. Additionalabgaben und 50 Proc. Sürtaxe zur Erhebung.)		
	Augengläser, einfache, reich gefasst	Stück	4 *M.*
	„ in Elfenbein, Schildpatt, vergoldetem oder versilbertem Messing	„	1,60 „
	„ in Holz oder Karton	„	0,60 „
	Brillen mit Stangen in Gold gefasst	„	4 „
	„ „ „ in Silber gefasst	„	2,40 „
	„ „ „ von Schildpatt in Gold gefasst	„	2 „
	„ „ „ in vergoldetem oder versilbertem Messing gefasst	„	0,50 „
	„ „ „ in Eisen gefasst	„	0,16 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Brillen ohne Stangen in Gold gefasst	Stück	1,20 M.
	„ „ „ in Silber gefasst	„	0,80 „
	„ „ „ in Schildpatt gefasst	„	0,30 „
	„ „ „ in vergoldetem oder versilbertem Messing gefasst.	„	0,25 „
	„ „ „ in Eisen gefasst	„	0,10 „
	Brillengläser, gewöhnliche und farbige	1 Dutzend	0,50 „
	Kompasse oder Bussolen (nicht für Schiffe). . . .	v. Werth	20 Proc.
	Fernrohre von 2 Fuss Länge	Stück	0,67 M.
	„ unter 2 Fuss	„	0,40 „
	Graphometer mit Fernrohr	„	4 „
	„ mit einfachem Diopterlineal	„	3 „
	Operngucker, reich gefasst	„	4 „
	„ in vergoldetem oder versilbertem Messing	„	1,60 „
	„ in Holz oder Pappe.	„	0,60 „
	Probirwaagen (Aräometer)	„	0,60 „
	Senkwaagen	„	0,16 „
	Teleskope, tragbare	„	8 „
	„ grosse	v. Werth	20 Proc.
	Thermometer über 12 Zoll	Stück	0,80 M.
	„ unter 12 Zoll	„	0,20 „
	Waagen aus Schalen, Balken und eisernen Ketten, für Belastungen von 10 Ctr. und mehr .	„	8 „
	„ „ „ von 5 bis 10 Ctr. . . .	„	4 „
	„ „ „ bis zu 5 Ctr.	„	2 „
	Waagen, verzierte von vergoldetem oder versilbertem Kupfer, mit Schalen oder auf Säulen	„	12 „
	Waagen, gewöhnliche Ladenwaagen mit metall. Schalen	„	2 „
	„ mit Schalen von Weissblech	„	0,83 „
	Schnellwaagen	„	4 „
	Winkelmesser von Messing, Elfenbein, Bein, für Reisszeuge	„	0,20 „
	Guatemala. (Zolltarif. Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 20. September 1887.)		
	Magnete, Industriemaschinen, Werkzeuge für Telegraphen		frei
	Barometer, Wasserwaagen	v. Werth	5 Proc.
	Operngläser	„	75 „
	(Der Werth wird für das Stück auf 5,60 bis 16,80 M. angenommen.)		
	Brillen	„	75 „
	(Der Werth wird für das Stück bis auf 1,15 M. angenommen.)		
	Honduras (Republik). (Zolltarif. Handels- und Schifffahrtsvertrag vom 12. Dezember 1887.)		
	Maschinen oder Apparate für elektrische Beleuchtung		frei
	Waagschalen, Schnellwaagen aus Kupfer	100 kg br.	32 M.
	„ andere	100 „ „	12 „
	Kompasse (einschliesslich der zugehörigen Kiste) . .	1 „ „	0,32 „
	Mathematische Instrumente	1 „ „	0,64 „
	Aräometer, Alkoholometer	1 „ „	0,96 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Camera clara und obscura sowie ähnliche Apparate, laterna magica, Stereoskope	1 *kg* br.	0,96 *M.*
	Magnete	1 „ „	0,96 „
	Barometer, Hydrometer, Chronometer, Thermometer, Sextanten, Oktanten u. s. w.	1 „ „	1,12 „
	Brillen, Brillengläser, Operngläser, Ferngläser, Linsen, Teleskope, Mikroskope	1 „ „	2 „
	Dergl. in Verbindung mit Gold oder Silber	1 „ „	6 „
	Honduras (Britisch).		
	(Tarifverordnung Nr. 16 von 1885 und Nr. 11 von 1886.)		
	Gegenstände der Optik und Mechanik (Fakturenwerth einschliesslich der Verpackungsspesen)	v. Werth	12 1/2 Proc.
	Jamaica (Britisch).		
	(Zolltarif. Ein Zuschlag von 10 Proc. der nachstehenden Zölle ist als Nachsteuer auferlegt.)		
	Galvanisirtes Eisen, Pferdekraftmaschinen, Dampfmaschinen, Gegenstände (Modelle) zur Erläuterung der Naturgeschichte, Mineralogie und Geologie		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	v. Werth	12 1/2 Proc.
	Nicaragua.		
	(Zolltarif gemäss Verordnung vom 20. Juli 1887.)		
	Augengläser, Brillen, Operngucker oder Binocles	1 *kg*	12 *M.*
	Linsen, Teleskope und Mikroskope in Gold oder Silber gefasst	1 „	6 „
	„ andere	1 „	3 „
	Barometer und Thermometer, Hydrometer	1 „	1 „
	Stereoskope	1 „	0,80 „
	Metronome und Taktmesser	1 „	0,52 „
	Maschinen und Maschinenbestandtheile für Ackerbau, Künste und Handwerk		frei
	Bussolen für Feldmesser und Seeleute		frei
	Die Einfuhr elektrischer Apparate für Telegraphen und Telephone ist verboten.		
	Salvador.		
	(Zolltarif, giltig vom 1. Oktober 1888.)		
	Brillen in Gold gefasst	1 *kg*	40 *M.*
	„ in Silber, Elfenbein oder Schildpatt	1 „	8 „
	„ in jeder anderen Fassung	1 „	2,40 „
	Fernrohre und Operngucker in Silber, Schildpatt, Perlmutter oder Elfenbein	1 „	16 „
	Fernrohre in jeder anderen Fassung	1 „	8 „
	Diamanten zum Glasschneiden	1 „	8 „
	Wissenschaftliche Instrumente, soweit nicht besonders genannt	1 „	4 „
	Aräometer	1 „	0,32 „
	Uhren, ausser Thurm- und Taschenuhren	1 „	2 „
	Maschinen, soweit nicht besonders genannt	100 „	2 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Süd-Amerika.		
	Argentinische Republik.		
	(Zollgesetz vom 19. November 1887 und Gesetz vom 6. November 1888.)		
	Draht von Kupfer oder Bronze in Baumwolle oder Guttapercha gehüllt für Elektricität	100 *kg*	60 *M.*
	Telegraphendraht		frei
	Schiffsmaschinen (mögen sie durch Dampf, Elektricität, Petroleum, komprimirte Luft oder andere bewegende Kraft getrieben sein)		frei
	Industrielle Maschinen	v. Werth	5 Proc.
	Ausser den obigen und anderen im Gesetz besonders genannten Artikeln wird von allen Waaren fremder Herkunft bei der Einfuhr ein Zoll von 25 Proc. von ihrem Lagerwerth erhoben. Der letztere beträgt für:		
	Operngläser, verziert, von Porzellan, bemalt, 20 *M.* pro Stück, also der Zollsatz für ein	Stück	5 *M.*
	" von Elfenbein, Schildpatt, Perlmutter 26,67 *M.* pro Stück, also der Zollsatz für ein	"	6,67 "
	Marinegläser 26,67 *M.* pr. St., also der Zollsatz für ein	"	6,67 "
	Ferngläser, feine 50,— " " " " " " "	"	12,50 "
	Theodolite 280,— " " " " " " "	"	70 "
	Bolivien.		
	Mit dem 1. Januar 1889 ist in Bolivien der Chilenische Zolltarif eingeführt worden.		
	Brasilien.		
	(Zolltarif vom 22. April 1887, giltig vom 1. Juli 1887.)		
	Vorbemerkungen: 1. Nach den Zoll- und Procentsätzen in dem Tarif sind die hier aufgeführten Einheitssätze berechnet worden. 2. Bruttogewicht ist nach dem Tarif das Gewicht der Waare mit den zur guten Verpackung derselben erforderlichen Materialien ausschliesslich der aus rohem Holz bestehenden.		
	Modelle, Maschinen und einzelne Ersatz- und Reservetheile für Instrumente und andere Erfindungen und Verbesserungen in den Künsten		frei
700	Glasmasse in konischen Stücken oder in Röhren zum Schmieden, Schleifen oder Poliren . .	100 *kg* br.	259 *M*
	" geschnitten, geschliffen, polirt	100 " "	1296 "
850	Schiffs-Chronometer	Stück	14,40 "
	Chronometer, andere	v. Werth	48 Proc.
851	Uhrgläser	100 *kg* n.	605 *M.*
	Mathematische, physikalische, chemische und optische Instrumente und Gegenstände:		
864	Achate zu Kompassen	Stück	0,11 "
865	Alkoholometer	"	0,44 "
866	Diopterlineale: metallene, einfache	"	1,69 "
	" andere	"	2,70 "

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
870	Aräometer, Säure-, Likör- und Syropwaagen und andere dergl. Instrumente:		
	„ gläserne	Stück	0,07 M.
	„ metallene	„	0,44 „
871	Barometer aller Art	„	2,70 „
872	Logs, metallene, für Schiffe	„	2,70 „
873	Magnetnadeln zu Kompassen	„	0,11 „
874	Kompasse (Bussolen): kleine, einfache, oder mit Meridian in Form einer Taschenuhr oder mit Diopter und Angabe der Deklination für Messtische	„	0,54 „
	Kompasse für Geologen (Markscheiderkompasse), mit Metallbüchse und prismatische nach Kapitän Kater oder nach Bournier und ähnliche	„	1,35 „
	Kompasse für Feldmesser (Ingenieurkompase), grosse, in Metall- oder Holzkasten: einfache	„	2,16 „
	„ mit Okularglas und Nivellirinstrument	„	3,24 „
	„ mit Okularglas, Nivellirinstrument und Zirkel oder Halbzirkel	„	6,75 „
	„ -Peilkompasse in Holz- oder Metallfassung	„	10,80 „
	„ für Schiffe, sowie and. nicht bes. aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
875	Camera lucida und obscura mit Prisma und Gardine zu Landschaften und Porträts	Stück	4,39 M.
	Desgl. in Kästchen mit Linse und Spiegel	„	1,08 „
877	Geodätische und Reflexionskreise	„	20,25 „
878	Zirkel, Kreisquadrirzirkel nach Vergè, elliptische	„	0,68 „
	Kreisreduktionszirkel	„	1,69 „
879	Kondensatoren, Voltásche	„	1,69 „
880	Fadenzähler	„	0,14 „
881	Sekundenzähler	„	2,03 „
882	Daguerreotypir- und photographische Apparate	v. Werth	15 Proc.
883	Maassstäbe, abgetheilte, Gemässe und andere ähnliche Gegenstände von Knochen, Horn, Holz oder Metall	Stück	0,12 M.
	„ von Elfenbein	„	0,34 „
884	Winkelmaasse für Feldmesser: achtseitige oder runde, mit oder ohne Kompass	„	0,54 „
	„ im Mittelpunkt getheilte, mit oder ohne Kompass	„	1,35 „
	„ nicht besonders aufgeführte	„	2,16 „
885	Etuis oder Kasten mit Reissfeder, Zirkeln, Transporteur oder ähnlichen mathematischen Instrumenten (Reisszeuge): mit höchstens 12 Stück	„	0,54 „
	„ mit mehr als 12 bis 18 Stück	„	0,81 „
	„ „ „ „ 18 „ 24 „	„	1,69 „
	„ „ „ „ 24 Stück	„	3,38 „
	„ mit Zubehör für Mineralogie	„	12,15 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
888	Graphometer (Winkelmesser): mit Dioptern	Stück	1,08 M.
	„ mit Augenglas und Dioptern	„	3,24 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
889	Gravimeter	Stück	5,40 M.
890	Horizonte, künstliche	„	3,38 „
891	Hygrometer: gewöhnliche Figuren- und Haarhygrometer, in Holz gefasst	„	0,34 „
	„ nicht besonders aufgeführte	„	1,69 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
892	Magnete, künstliche, in Hufeisenform	100 *kg* n.	68 *M.*
893	Kaleidoskope	Stück	0,54 „
894	Laterna magica und Nebelbilderapparate: einfache .	„	4,32 „
	„ mit Rad und Reflektor	„	23,76 „
	„ desgl. mit Vergrösserungsapparat	„	64,80 „
	Anmerk. 95. Die gewöhnlichen kleinen Magica-Laternen und Nebelbilderapparate zur Belustigung der Kinder sind wie Spielzeug zu betrachten. In den vorstehenden Abgabensätzen sind die zu den Laternen gehörenden Apparate begriffen. Die Ansichten oder Bilder unterliegen besonderen Zollsätzen.		
895	Linsen oder Lupen: in Metall gefasste, konvexe oder konkave, für die Physik	„	1,08 „
	„ für Uhrmacher, Kupferstecher, Graveure u. dergl.	„	0,09 „
	„ mit Kästchen und mit einem Glas	„	0,14 „
	„ „ „ „ mit mehreren Gläsern . . .	„	0,23 „
896	Augengläser (Ferngläser): mikrometrische, nach Rochon oder Anderen, zu Distanzmessungen	„	4,39 „
	„ Mauerfernrohre für die Astronomie	„	10,80 „
	„ Mittagsrohre (Passageninstrumente) und nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
897	Maschinen, Elektrisirmaschinen, Platinfeuerzeuge, Luftpumpen und andere	„	15 „
898	Manometer, den Druck des Dampfes zu messen . .	Stück	1,69 *M.*
899	Meridiane: von Marmor und dergleichen, einfache .	„	1,08 „
	„ mit Detonation	„	3,24 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
900	Mikroskope: einfache, mit einem Glas bis drei Gläsern	Stück	1,08 *M.*
	„ zusammengesetzte oder achromatische mit zwei, drei oder mehr Gläsern	„	4,39 „
	„ Sonnenmikroskope und ähnliche	„	10,80 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
901	Nivellirwaagen (Kanalwaagen, Wasserwaagen), einfache, mit Luftblase, mit oder ohne Messing- oder Stahlrohr	Stück	0,27 *M.*
	Wasserwaagen, grosse: in Blechröhre mit Glasschenkeln	„	1,08 „
	„ in Messingröhre mit Glasschenkeln	„	2,70 „
	„ nicht besonders aufgeführte	„	3,24 „
902	Ferngläser: von Pappe, jeder Art	„	0,20 „
	„ von Messing, mit Rohr von Holz, Knochen, Horn, Schildpatt, Elfenbein und dergleichen, mit oder ohne Lederüberzug bis 20 *cm* lang . .	„	0,68 „
	„ über 20 und bis 40 *cm* lang	„	1,08 „
	„ „ 40 „ „ 80 „ „	„	1,69 „
	„ „ 80 „ „ 100 „ „	„	3,24 „
	„ „ 100 „ „ 150 „ „	„	6,48 „
	„ „ 150 *cm* lang	„	10,80 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
	Operngläser oder Binocles: von Blech, Messing, Porzellan, Büffel- oder anderem Horn, einfach, bemalt, lackirt oder mit Leder überzogen	Stück	6,48 *M.*
	Operngläser von Elfenbein, Perlmutter oder Schildpatt, deren Rohre vergoldet sind oder nicht . . .	Stück	17,28 *M.*

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Operngläser, nicht besonders aufgeführte	v. Werth	48 Proc.
	Brillen und ähnliche Augengläser wie Lorgnetten, Lorgnons (Monocles), Kneifer (Pincenez), sogenannte *Faces à main* und Schielbrillen: von Büffel- oder anderem Horn, Masse, Knochen, Kautschuk, Eisen, Stahl oder anderem unedlen Metall . .	Stück	0,43 *M.*
	„ von Schildpatt, Nickel oder Aluminium . . .	„	0,90 „
	„ „ Silber, einfach oder vergoldet	„	0,34 „
	„ „ Gold	„	1,69 „
	Anm. 96. Gestelle ohne Gläser entrichten ebenfalls die vorstehend aufgeführten Abgaben je nach ihrer Beschaffenheit. In den vorstehenden Tarifsätzen sind die Abgaben für die gewöhnlichen Futterale und Etuis, in denen die Fernrohre u. s. w. eingehen, einbegriffen.		
	Palinuren für die Marine	„	4,39 „
903	Storchschnäbel (Pantographen): gewöhnliche mit hölzernem Lineal	„	1,08 „
904	„ von anderer Qualität	„	8,10 „
	Pantometer	„	4,39 „
	Senklothe, Patent-, für die Marine	„	1,08 „
905	Saccharimeter: einfache	„	0,54 „
906	„ nach Dubosq und ähnliche	„	4,39 „
907	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
	Sextanten und Oktanten	Stück	4,39 *M.*
908	Stereoskope: kleine, schlichte, von Pappe oder gewöhnlichem Holz	„	1,30 „
909	„ von feinem Holz oder mit Leder überzogen . .	„	7,56 „
	„ grosse Säulen (de columna) aller Art, für 20 oder mehr Ansichten	„	21,60 „
	Teleskope	v. Werth	15 Proc.
910	Thermometer: gewöhnliche, mit Eintheilung auf Holz, Messing oder anderem unedlen Metall, auf Ala-		
911	baster, Porzellan oder Glas	Stück	0,22 *M.*
	„ mit Eintheilung auf Elfenbein oder Perlmutter .	„	0,54 „
	„ nicht besonders aufgeführte	v. Werth	15 Proc.
	Theodolite	Stück	20,25 *M.*
	Liniirfedern	„	0,06 „
912	Transporteure	„	0,11 „
913	Gläser: zu Brillen, Operngläsern, Perspektiven, Lorg-		
914	netten, Kosmoramen und allen anderen optischen		
915	Instrumenten	100 *kg* br.	1036 *M.*
	„ zu Anemometern (*bolha de ar*), einfache oder für Schiffe graduirte	Stück	0,22 „
	Andere mathem., physik., chem. und opt. Instrumente einschl. der Stative und Etuis	v. Werth	15 Proc.
917			
	Chile. (Gesetze vom 6. Juli 1878 und 14. März 1887.)		
	Augengläser für Theater	v. Werth	35 Proc.
	Uhren mit Ausnahme von Taschenuhren	„	35 „
	Waagschalen für chemische Versuche und zum Prüfen von Metallen	„	15 „
	Diamanten zum Glasschneiden	„	15 „

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Indikatoren und Manometer für Dampfmaschinen	v. Werth	15 Proc.
	Maschinen für Ackerbau und Gewerbe sowie Maschinentheile	"	15 "
	Telegraphendraht, Schiffskompasse, physikalische u. s. w. Instrumente		frei
	Durch Gesetz vom 14. März 1887 ist auf die Einfuhrzölle vom 1. Januar 1889 ab ein Aufschlag von 50 Proc. gelegt.		
	Columbien.		
	(Zolltarif vom 31. Oktober 1886 und Gesetz vom 20. Dezember 1886.)		
9	Draht für öffentliche Telegraphenleitungen		frei
38	" für private " "	100 *kg*	5 M.
	Motoren	100 "	5 "
	Maschinen zur Ausübung von Künsten, Gewerben, Industrien:		
63	" aus Holz	100 "	25 "
66	" aus Eisen und Stahl	100 "	25 "
	Sonst nicht bezeichnete Maschinen aus Eisen und Stahl unter 1000 *kg*	100 "	25 "
	desgl. über 1000 *kg*	100 "	5 "
96	Eiserne Hebel-, Balancir- und Ziehwaagen für Belastungen von mehr als 100 *kg*	100 "	50 "
125	desgl., für Belastungen bis 1000 *kg*	100 "	100 "
106	Geräthschaften zu chemischen und meteorologischen Zwecken	100 "	50 "
198	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	100 "	500 "
	Für Waaren, welche über Buenaventura bezw. Tumaco eingeführt werden, ist der Einfuhrzoll um 2 bezw. 8 Proc. ermässigt.		
	Bei dem Zollamt Cucuta sind durch Gesetz vom 18. Mai 1888 die Einfuhrzölle um 25 Proc. erhöht.		
	Ecuador.		
	(Zolltarif, giltig vom 1. Januar 1888.)		
85	Maschinen für den Ackerbau und die Industrie sowie einzelne Theile derselben	100 *kg* br.	4 M.
200	Brillen und Vergrösserungsgläser	100 " "	400 "
210	Stereoskope und Bilder dazu	100 " "	400 "
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	100 " "	100 "
	Paraguay.		
	(Zolltarif vom 28. September 1883.)		
	Industriemaschinen		frei
	Telegraphendraht		frei
	Wissenschaftliche Instrumente		frei
	" in Zusammensetzung mit Gold oder Silber	v. Werth	10 Proc.
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	"	25 "
	An Zuschlagsabgaben werden ausserdem noch 18 Proc. erhoben.		
	Peru.		
	(Gesetze vom 25. Oktober 1886 und 31. Dezember 1888.)		
	Instrumente für Aerzte, Ingenieure u. wissensch. Zwecke	"	10 "

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Uruguay.		
	(Gesetz vom 5. Januar 1887.)		
	Apparate für naturwissenschaftliche, physikalische und mathematische Zwecke	v. Werth	6 Proc.
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik . . .	„	31 „
	Venezuela.		
	(Gesetz vom 28. März 1889. Die Zölle werden vom Bruttogewicht erhoben.)		
22	Maschinen und Apparate für elektrische Telegraphen nach vorgängiger Genehmigung der Regierung . .		frei
23	Dampfmotoren mit Zubehör wie vorstehend		frei
66	Maschinen über 1000 *kg*	100 *kg* br.	8 *M.*
157	„ bis 1000 *kg*, einschliesslich der in demselben Frachtstück eingehenden Zubehör- und Reservetheile .	100 „ „	20 „
344	Stereoskope, Dioramen, Magica-Laternen und dergl.	100 „ „	100 „
358	Wissenschaftliche Instrumente, nicht anderweitig benannt	100 „ „	100 „
400	Optisches Glas (Krystalle oder Linsen), Brillen, Kneifer, Operngläser oder Binocles, Teleskope, Mikroskope, ohne Gold oder Silber	100 „ „	200 „
501	„ mit Gold oder Silber	100 „ „	400 „
403	Barometer, Hygrometer, Thermometer, Chronometer, Oktanten, Sextanten (455) u. s. w., sowie Kompasse	100 „ „	200 „
452	Uhren, mit Ausschluss der Taschen- und Thurmuhren	100 „ „	200 „
	Australien.		
	Neu-Seeland.		
	(Gesetz vom 20. Juli 1888.)		
	Eiserne Brückenwaagen für Fuhrwerk	v. Werth	20 Proc.
	Andere Brückenwaagen	„	15 „
	Maschinen, mit Ausnahme der besonders bezeichneten	„	20 „
	Vervielfältigungsmaschinen	„	25 „
	Zauberlaternen, Nebelbilderapparate, Schiebebilder .	„	20 „
	Photographische Cameras und Linsen		frei
	Photographische Artikel	„	20 „
	Elektrische Glühlampenkugeln	„	15 Proc.
	Elektrische Feder- und Kopirpresse	„	15 „
	Feldgläser (Krimstecher)	„	20 „
	Gasbereitungsapparate (klein)	„	20 „
	Gasregulatoren	„	20 „
	Wasserwaagen für Feldmesser	„	20 „
	Multiplikationslineale und Maschinen	„	15 „
	Stereoskope	„	20 „
	Messbänder	„	20 „
	Maschinenwerkzeuge für Ingenieure, Stahlbänder für Feldmesser, Gasmaschinen, elektrische Maschinen mit Zubehör, Werkzeuge für Künstler und Handwerker, Messing-, Kupfer-, Blei- und Eisendraht (mit Ausnahme des eisernen Zaundrahtes), Barometer, Schiffs-Chronometer, Instrumente für Zahnärzte, Glaserdiamanten, Ohr-Telephone, Hörrohre, Planimeter, wissenschaftliche Apparate, Brillen und Brillenfutterale, Telephone		frei

Tarif-Nummer	Staat und Gegenstand der Verzollung	Einheit	Satz
	Neusüdwales. (Zolltarif vom 8. Juli 1887.)		
	Eisen- und Stahldraht	100 *kg*	2 *M.*
	Galvanisirtes Eisen in Stangen	100 „	4 „
	Galvanisirte Eisenfabrikate	100 „	6 „
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik		frei
	Queensland und Neu-Guinea. (Tarifgesetz vom 25. Oktober 1888.)		
	Eisendraht	100 *kg*	4 *M.*
	Glaserdiamanten, Gasmaschinen, Maschinen für Telegraphie, Zirkel, Theilzirkel, Lineale, Bänder und Ketten zum Messen, Winkelmaasse		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	v. Werth	15 Proc.
	Süd-Australien.		
	Gasmaschinen		frei
	Maschinen u. Maschinenbestandtheile, sonst nicht genannt	v. Werth	25 Proc.
	Transmissionswellen, kalt, gewalzt oder abgedreht, Kuppelungen	„	25 „
	Brückenwaagen von über 20 Ctr.	„	25 „
	Waagschaalen, Waagen und Gewichte		frei
	Brillen und Operngläser: in Gold- oder Silberfassung	„	15 Proc.
	andere		frei
	Photographie-Cameras, Draht aller Art (mit Ausnahme von Gold-, Silber- und versilbertem Draht), Kupferdraht (übersponnen), Eisendraht (auch galvanisirt), Glaserdiamanten, Schmelztiegel, Magnete, Messbänder, chem. App. von Platin u. Porzellan, wissensch. und opt. Instrumente, Alkoholwaagen, Telephone		frei
	Andere Gegenstände der Optik und Mechanik	„	10 Proc.
	Victoria. (Tarif vom 18. Dezember 1879.)		
	Maschinen für Telegraphie und Gaskraftmaschinen		frei
	Schmelztiegel von Graphit	„	25 Proc.

Inhaltsverzeichniss

zu den

Verhandlungen des ersten deutschen Mechanikertages.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

IX. Jahrgang. **Dezember 1889.** Zwölftes Heft.

Photometrische Untersuchungen.

Von

Dr. **O. Lummer** und Dr. **E. Brodhun.**

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

II. Lichtmessung durch Schätzung gleicher Helligkeitsunterschiede. (Kontrastphotometer).

In der ersten Mittheilung[1]) haben wir die Bedingungen angegeben, welche ein auf dem Prinzip der Schätzung gleicher Helligkeit beruhendes Photometer erfüllen muss, und darauf ein Photometer[2]) beschrieben, welches allen gestellten Forderungen in vollem Maasse Genüge leistet. Bei ihm dient als Kennzeichen für die richtige Einstellung das vollständige Verschwinden eines Feldes in einem anderen. Will man über die mit unserem Apparat erreichte Empfindlichkeit bei Lichtmessungen noch hinausgehen, so muss man sich nach anderen photometrischen Prinzipien umsehen. In dieser Hinsicht deuteten wir damals schon an, dass unsere optische Vorrichtung bei geeigneter Herstellung es auch erlaube, das beim Bunsen-Rüdorff'schen Photometer gebrauchte Kontrastprinzip zu verwerthen. Bekanntlich wird bei dem von Rüdorff mit Spiegeln versehenen Bunsen'schen Photometer nicht auf Verschwinden des Fettflecks, sondern auf gleich grosse Helligkeitsunterschiede der Fettfleckseiten gegenüber dem ungefetteten Papiere eingestellt. Im Folgenden wollen wir die Anwendung des Kontrastprinzips auf unser Photometer beschreiben.

Wir gehen aus von der Betrachtung einer Einstellung bei dem Bunsen-Rüdorff'schen Kontrastphotometer. Man erblickt gleichzeitig beide Schirmseiten, die beiden Seiten des Fettflecks gelagert in den beiden Seiten des Papiers. Zwischen dem Fettfleck und seinem Papier besteht rechts und links derselbe Helligkeitsunterschied. Je nachdem die Fettflecke hell oder dunkel hervortreten, wollen wir den Kontrast positiv oder negativ nennen. Von dem Papier rechts erhält man wesentlich Licht der rechten, von seinem zugehörigen Fettfleck Licht der linken Lichtquelle, während für die andere Schirmseite das Entgegengesetzte gilt. Um unsere Prismenkombination für die Anwendung des Kontrastprinzips geeignet zu machen, muss also die Hypotenusenfläche, in welcher die beiden Prismen zusammengepresst sind, in zwei Felderpaare von ebensolchem Verhalten eingetheilt werden. Dazu behandeln wir das eine der beiden gut auf einander abgeschliffenen Prismen

---

1) Siehe *diese Zeitschr. 1889. S. 41.* — 2) Im Oktober 1888 theilte Herr Wild der Petersburger Akademie die Umgestaltung seines auf dem Verschwinden von Interferenzstreifen beruhenden Photometers mit, welche dasselbe auf gerader Photometerbank verwendbar macht. Wir erhielten davon erst im März d. J. durch einen von Herrn Wild gütigst übersandten Sonderabdruck Kenntniss und konnten daher in unserer vorigen Veröffentlichung noch nicht auf die äussere Aehnlichkeit unseres Photometers mit dem abgeänderten Wild'schen hinweisen.

in folgender Weise. Wir theilen die Hypotenusenfläche in die Felder 1, 2, 3 und 4 (Fig. 1), nehmen an den Stellen 1 und 3 die oberste Glasschicht fort und pressen hierauf beide Prismen innig an einander. Dieses Prismenpaar werde anstatt des früher angewendeten gebraucht. Dann erhalten wir von den Feldern 1 und 3 reflektirtes Licht von rechts, und von den Feldern 2 und 4 durchgegangenes Licht von links. Die Linie *zv* theilt das Gesichtsfeld in zwei Hälften mit je einem äusseren und inneren Felde, von denen die äusseren den Papierseiten, die inneren den Fettflecken entsprechen. Damit ist freilich das Kontrastphotometer noch nicht gewonnen, da im Moment der Einstellung alle vier Felder gleich hell erscheinen, während die Felder 2 und 3 um gleichviel heller oder dunkler als 1 und 4 sein sollen. Dies erreichen wir nun durch Vorsetzen zweier Glasplatten an den Würfel bei *mc* und *bg* in der in Fig. 2 angedeuteten Weise, so dass die Würfelflächen *bc* und *bd* zur Hälfte bedeckt werden. Dann wird das bei 2 durch den Würfel hindurchgehende und das bei 3 reflektirte Licht durch die Platten geschwächt, während das bei 1 reflektirte und das bei 4 hindurchgehende ungeschwächt bleibt.

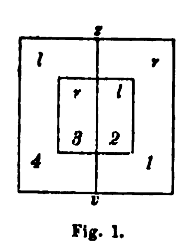


Fig. 1.

Lassen die Glasplatten von dem senkrecht auffallenden Lichte 92% hindurch, so müssen die Felder 2 und 3 um 8% dunkler sein als ihre Umgebung (1 und 4). In diesem Falle ist der Kontrast negativ. Wollen wir einen ebenso grossen positiven Kontrast haben, so müssen die Glasplatten bei *bm* und *gd* angebracht werden, also die anderen Hälften der betreffenden Würfelflächen bedecken. Unter Voraussetzung gleicher Wirkung der beiden Glasplatten giebt dieses Kontrastphotometer bei Beobachtung gleichen Kontrastes richtige Einstellung. Steht die Lupe *w* in vorgeschriebener Weise auf die Berührungsfläche *ab* des Würfels ein, so erscheint natürlich das Gesichtsfeld in der Mitte von einem dunklen vertikalen Zwischenraum durchschnitten, da die bei *m* und *g* gelegenen Kanten der Glasplatten unscharf gesehen werden. Auf diesen Zwischenraum kommt es aber hier nicht an, da man nicht auf ihn, sondern auf die Ränder zu achten hat, in denen die inneren und äusseren Felder zusammenstossen. Für diese Ränder gelten die früher aufgestellten Bedingungen: sie müssen möglichst scharf sein und in dem Moment verschwinden, wo 1 und 2 bezüglich 3 und 4 gleich hell sind.

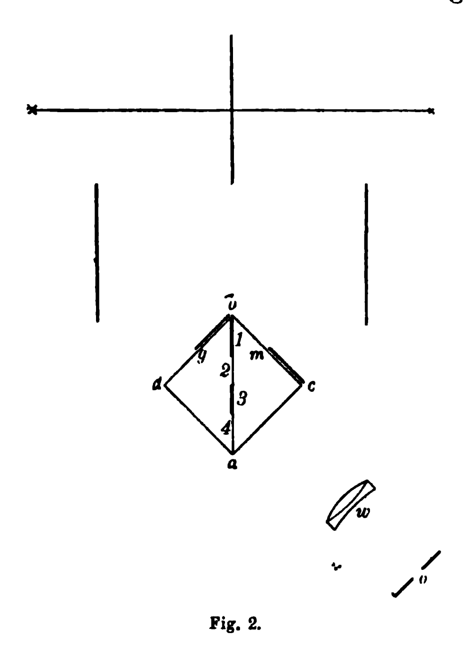


Fig. 2.

Erreichten wir bei der früheren Prismenkombination die scharfen Ränder durch Anschleifen einer Ebene an eine Kugelfläche, so mussten wir hier einen anderen Weg einschlagen. Nach vergeblichen Versuchen, mittels Aetzung die gewünschte Figur scharf begrenzt und hinreichend tief zu erhalten, führte Sandblasen zum Ziel. Man überzeugt sich zunächst, dass zwei Prismen zusammengepresst einen vollständig durchsichtigen Würfel bilden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Berührungsfläche keinen unter irgend einem Winkel auffallenden Lichtstrahl reflektirt. Alsdann

beklebt man die Hypotenusenfläche des einen Prismas mit starkem zähem Papier und nimmt dasselbe nach gründlichem Trocknen an den gewünschten Stellen mit einem Messer sorgfältig ab, so dass die entstehenden Ränder möglichst scharf und die freigelegten Glasflächen ohne jede Spur von Klebstoff sind. Auf diese theilweise bedeckte Glasfläche richtet man dann den Strahl eines kleinen Sandgebläses, der in wenigen Sekunden die freiliegende Glasschicht gleichmässig und vollkommen genügend tief fortnimmt.

Es ist klar, dass die Grösse des Kontrastes einen bedeutenden Einfluss auf die Empfindlichkeit des Photometers haben muss. Bei dem oben beschriebenen Verfahren beträgt der Kontrast unveränderlich 8%. Will man mit einem grösseren Helligkeitsunterschied arbeiten, so benutzt man schräg zu den Würfelflächen gestellte Glasplatten. Fügt man zu letzteren zwei weitere den Würfelflächen parallele Platten bei *bm* und *gd* (Fig. 2) hinzu, so kann man einen Kontrast von weniger als 8% erzielen. Um einen zwischen 0 und etwa 20% veränderlichen Kontrast hervorzubringen, haben wir folgenden in Fig. 3 skizzirten kleinen Apparat verwendet. Das rechtwinklige Gelenk *qmp* dreht sich um die vertikale Axe bei *m*, der Arm *hg* um die vertikale Axe bei *g*. Die freien Enden der gleichlangen Arme *qm* und *hg* sind mit dem Zwischenstück *qh*, welches gleich *gm* ist, durch Zapfen verbunden. Bei Verschiebung des Parallelogramms *hqmg* bilden die Arme *mp* und *gh* mit den Seiten *bc* und *db* stets dieselben Winkel. Befestigen wir am Würfel bei *bm* und *gd*, wie an den drehbaren Armen *mp* und *gh* vertikale Glasplatten, so können wir jeden beliebigen negativen Kontrast erzielen. Die Drehungsaxen bei *m* und *g* sitzen auf einer halbkreisförmigen Metallplatte *v*, welche oberhalb des Glaswürfels von einer im Boden des Photometergehäuses sitzenden Säule *u* getragen wird. Die Glasplatten bestehen aus etwa 0,2 *mm* dickem Glase, wie es für mikroskopische Deckgläschen benutzt wird.

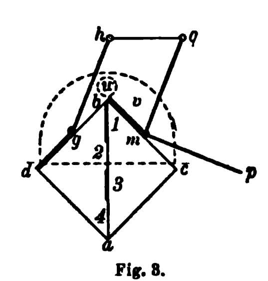


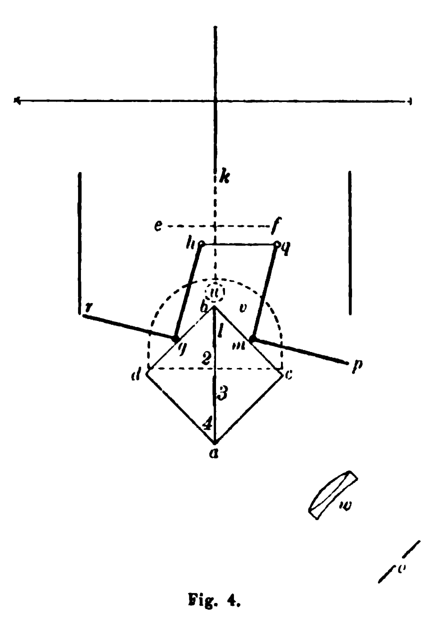
Fig. 3.

Die theoretisch mögliche Drehung der Glasplatten von 0 bis 90 Grad wird bei unserem Photometer dadurch beschränkt, dass bei kleinen Winkeln die Fassung des Würfels, bei grossen Winkeln die Säule *u* hinderlich ist. Es lassen sich Kontraste herstellen von etwas unter 1 bis über 10%. Will man grössere variable Helligkeitsunterschiede haben, so nimmt man die am Würfel bei *gd* und *bm* befestigten Platten fort. Zur Vermeidung störender Reflexe muss man in jedem Falle im Gehäuse des Photometers geeignete Blendschirme anbringen.

Der im Vorstehenden beschriebene Apparat giebt negative Kontraste; man sieht leicht, welche Aenderungen nothwendig wären, um mit positivem Kontrast zu arbeiten. Aus den weiter unten folgenden Versuchsergebnissen geht hervor, dass man, um die grösstmögliche Empfindlichkeit zu erzielen, bei Beobachtungen mit dem Kontrastphotometer nur mit Helligkeitsunterschieden von etwa 3% arbeiten wird. Mit Rücksicht hierauf ist noch eine andere Anordnung der vier Glasplatten ermöglicht, bei der sowohl positiver als negativer Kontrast gleich leicht hergestellt und auch das Kontrastphotometer ohne Weiteres in ein Gleichheitsphotometer[1]) verwandelt werden kann. Dazu brauchen wir die in Fig. 3 skizzirte Vorrichtung nur unwesentlich zu ändern. Wir ersetzen den Arm *hg* durch das rechtwinklige Gelenk *hgr* (Fig. 4 a. f. S.) und befestigen an allen vier Schenkeln *mq*, *mp*, *gh* und *gr* vertikale Glas-

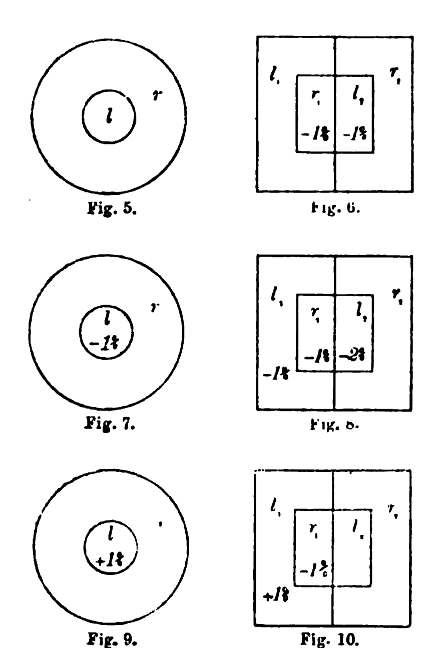
[1]) So bezeichnen wir ein auf Schätzung gleicher Helligkeit beruhendes Photometer.

platten, während die vorher am Würfel angebrachten Platten wegfallen. Jetzt entsteht der Kontrast durch die Differenz der Schwächungen je zweier an demselben rechtwinkligen Gelenk befestigter Platten. Bilden die vier Glasplatten einen Winkel von 45 Grad mit den Würfelflächen, so ist der Kontrast Null. Bei Drehung der Platten nach **rechts** wird der Kontrast **positiv**, bei Drehung nach **links** wird er **negativ**. *kb* und *ef* deuten die Lage der anzubringenden Blendschirme an.


Fig. 4.

Durch Fortnahme der die Drehvorrichtung tragenden Metallplatte *v* geht das Kontrastphotometer in das Gleichheitsphotometer über. Dasselbe unterscheidet sich von dem früher beschriebenen Photometer einzig und allein durch die Gestalt der zum Verschwinden kommenden Felder. Dieser Unterschied ist aber zugleich ein Vorzug, insofern durch die viereckige Gestalt der Felder der leicht störende Einfluss der meist runden Nachbilder des Auges aufgehoben wird.

Es ist selbstverständlich, dass überall, wo die in dem vorigen Aufsatz mitgetheilte Prismenkombination Anwendung findet, (z. B. beim **Weber**'schen Photometer) auch die beschriebene Veränderung in ein Kontrastphotometer vorgenommen werden kann. Auch darauf brauchen wir nicht näher einzugehen, dass unser Kontrastphotometer dem **Bunsen-Rüdorff**'schen überlegen ist, da alle für die Prismenkombination früher geltend gemachten Vorzüge gegenüber dem gewöhnlichen Fettflecke bestehen bleiben.


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Ehe wir die ausgeführten Messungen angeben, wollen wir zu erläutern versuchen, dass man mit dem Kontrastprinzip zu empfindlicheren Einstellungen kommen muss als mit dem Prinzip des Verschwindens. Entsprechend den in der Litteratur vorliegenden Versuchen nehmen wir an, dass man einen Helligkeitsunterschied von 1% **noch nicht**, dagegen einen solchen von 2% schon **deutlich** wahrnimmt. Wir gehen aus von einer Einstellung bei dem Prinzip des Verschwindens (Fig. 5) und einer Einstellung beim Kontrastprinzip unter der Annahme, dass der Kontrast negativ sei und 1% betrage (Fig. 6). Die in den Figuren mit *l* versehenen Felder erhalten Licht von links, die mit *r* bezeichneten von rechts. Es werde jetzt das von links kommende Licht um 1% geschwächt. Dann wird *l* um 1% dunkler als *r* (Fig. 5) und aus Figur 5 entsteht Figur 7. Diese Veränderung ist nach unserer Annahme **nicht** bemerkbar. Entsprechend werden beim Kontrastprincip l_1 und l_2 (Fig. 6) um 1% dunkler, während r_1 und r_2 ungeändert bleiben. Figur 6 geht also

über in Figur 8. Hier unterscheiden sich l_2 und r_2 um 2%; die hier eingetretene Veränderung ist also deutlich wahrnehmbar.

Nimmt das von links kommende Licht um 1% zu, statt ab, dann geht Fig. 5 in Fig. 9 und Fig. 6 in Fig. 10 über. Daraus ist ebenfalls ersichtlich, dass erstere Veränderung nicht, letztere aber deutlich wahrnehmbar wird.

Wir wollen in Fig. 11 die Helligkeitsunterschiede als Abscissen und die Empfindungen als Ordinaten eintragen. Unserer Annahme gemäss ist die Empfindung bei ± 1% noch Null, bei ± 2% gleich einer endlichen bestimmten Grösse h; von da an nimmt sie in beliebiger Weise stetig zu. Dann lässt sich das oben gewonnene Resultat folgendermaassen aussprechen: Aendert sich die Lichtstärke der linken Lichtquelle um 1%, so bleibt beim Gleichheitsphotometer die Empfindung auf der Strecke ab immer Null, während sie beim Kontrastphotometer auf der Strecke bc von Null bis zur Grösse h ansteigt.

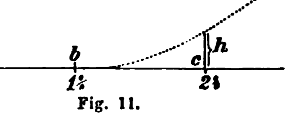


Fig. 11.

Um einen Begriff von der Genauigkeit der Einstellungen mit dem Kontrastphotometer zu geben, wurden Messungen mit verschiedenen Kontrasten angestellt und die mittleren Fehler einer Einstellung aus 20 hinter einander ausgeführten Beobachtungen berechnet. Die Resultate sind in der folgenden kleinen Tafel enthalten.

	I	II	III	IV	V
Kontrast	3%	3,5%	7%	10%	18%
Mittlerer Fehler einer Einstellung	0,24%	0,22%	0,39%	0,43%	0,81%

Dabei wurde stets mit negativem Kontraste gearbeitet. Die Grösse desselben wurde bestimmt, indem einige Einstellungen auf gleiche Helligkeit der beiden linken Felder (3 und 4, Fig. 1) einerseits und der beiden rechten (1 und 2, Fig. 1) andererseits ausgeführt wurden. Bei IV und V wurde der Kontrast ausserdem aus dem Neigungswinkel berechnet, unter der Annahme, dass die Glasplatten nicht absorbiren und ihr Brechungsindex 1,5 ist. Beide Bestimmungen gaben nahe dasselbe Resultat.

Bei einem geringeren Kontrast als 3% sind die Einstellungen, weil sie dem Schwellenwerthe zu nahe liegen, so ermüdend, dass die Genauigkeit dadurch beeinflusst wird. Bei etwa 3% Kontrast ist die Empfindlichkeit erheblich grösser als beim Gleichheitsphotometer. Sie nimmt ab mit steigendem Kontrast und ist bei 18% Kontrast schon entschieden geringer als beim Gleichheitsphotometer. Es folgt, dass man am besten mit einem möglichst geringen, aber noch deutlich und ohne Anstrengung sichtbaren Kontrast arbeiten wird.

Bei allen bisherigen Mittheilungen haben wir vorausgesetzt, dass die zu vergleichenden Lichtquellen dieselbe Färbung besitzen. Diese Annahme trifft in Wirklichkeit selten zu. Zur Beurtheilung unserer Photometer in Bezug auf ihre praktische Verwendung stellten wir daher auch einige Versuche mit verschiedenen Färbungen an. Dabei hat sich ergeben, dass unser Gleichheitsphotometer für Lichtmessungen bei verschieden gefärbten Lichtern wohl geeignet ist; beim Kontrastphotometer bringen schon verhältnissmässig kleine Farbenunterschiede Störungen hervor. Eingehender werden wir diese wichtige Frage der Vergleichung verschiedenfarbigen Lichtes in einer späteren Abhandlung beleuchten.

Ein neues selbstregistrirendes Komponenten-Anemometer.

Von

H. v. Rautenfeld in Lindenruh bei Riga.

Die Windkomponente nach einer bestimmten Richtung (z. B. Nord-Süd) ist bekanntlich gleich dem Produkt aus der Windstärke (bezw. Windgeschwindigkeit v) in den cosinus des Winkels φ, den die Windrichtung mit der Zerlegungsrichtung bildet, d. h. die Windkomponente nach der Südrichtung (vgl. Fig. 1):

$$C_S = v \cos\varphi = v\,\frac{a}{r}$$

und ganz analog die Komponente nach der Ostrichtung:

$$C_E = v \cos\psi = v \sin\varphi = v\,\frac{b}{r}\,.$$

Fig. 1.

Denkt man sich nun den cosinus des Winkels φ für alle verschiedenen Richtungen des Windes in der Weise bestimmt, dass man in dem Dreieck, welches den cosinus bestimmt, für die Hypotenuse ein für allemal einen konstanten Werth r wählt, so wird in dem Ausdruck $C_S = v\,a/r$ nur der Zähler variable Grössen enthalten, und zwar zwei, während der Nenner für alle Werthe von φ konstant bleibt.

Das Produkt zweier variabler Grössen lässt sich aber bekanntlich analytisch als Fläche darstellen — man braucht ja nur die eine als Abscisse, die andre als Ordinate aufzutragen — und es ist daher einleuchtend, dass, wenn es uns gelingt, durch ein Anemometer sowohl die Grössen v, als auch die Grössen a (bezw. b) in gehöriger Form, nämlich die einen als Abscissen, die andren als zugehörige Ordinaten, registriren zu lassen, wir in der Lage sein werden, durch eine leichte Rechnung — die Ausmessung der von ihnen gebildeten Fläche und die Division derselben durch die konstante Grösse r — für jeden Augenblick die Windkomponenten zu bestimmen.

Nun bietet die Registrirung der Grössen v aber nicht die geringsten Schwierigkeiten. Im Gegentheil werden dieselben bei den meisten Anemometern — insbesondere nachdem von Dr. Sprung das Rationelle dieser Methode nachgewiesen worden — direkt durch die Verschiebungen der zur Aufnahme der Anemogramme dienenden Papierstreifen wiedergegeben.

Die Aufgabe reduzirt sich also darauf, auf diesen durch ein Robinson'sches Schaalenkreuz proportional den v verschobenen Papierstreifen in jedem Augenblick die a (bezw. b) senkrecht zur Bewegungsrichtung der Streifen auftragen zu lassen. Dass diese Aufgabe lösbar sein wird, ist klar. In Nachstehendem sollen einige sehr einfache Lösungen derselben vorgeführt werden.

I.

Wie ersichtlich (vgl. Fig. 1) sind die Grössen a und b bestimmt (für jeden Werth von φ bezw. ψ) durch den Abstand des Endpunktes von r von den beiden Richtungen West-Ost und Nord-Süd. Man denke sich nun in der in Fig. 2 dargestellten Weise ein Gelenkviereck $O\,O_1\,P_1\,P$ gebildet, dessen Seiten ein Parallelo-

gramm bilden ($c_1 = c$ und $r_1 = r$) und dessen Seite c unbeweglich sei. Dann wird für jeden Werth von φ der senkrechte Abstand der beiden Seiten (Glieder) c und $c_1 = a$ sein. Ganz analog wird in dem Gelenkviereck $O\,O_2\,P\,P_2$ der senkrechte Abstand zwischen c_2 und $c_3 = b$ sein. Damit ist aber unsere Aufgabe darauf reduzirt, den jedesmaligen Abstand der beiden Glieder des Gelenkvierecks c und c_1 (bezw. c_2 und c_3) in gehöriger Form auf unserem Papierstreifen registriren zu lassen. Zu dem Zwecke legen wir die den Papierstreifen bewegende, durch das Schaalenkreuz getriebene Rolle T so, dass ihre Drehungsaxe senkrecht zu c, in einer zur Ebene des Gelenkviereckes parallelen Ebene liegt. Das Gelenkviereck sei dabei so aufgestellt, dass das feste Glied c in die Richtung Ost-West fällt und das Glied r sei so mit der Windfahne verbunden, dass es stets die herrschende Windrichtung anzeigt. Denken wir uns jetzt noch das Glied c_1 unmittelbar auf der durch den Papierstreifen bedeckten Rolle schleifend, so würde, falls jeder Punkt des Gliedes c_1 bei der Berührung mit dem Papier ein Zeichen hinterlassen würde, also z. B., wenn das ganze Glied aus Graphit bestände, dasselbe unmittelbar die gewünschten a (bezw. b) auf dem Papier in gehöriger Form markiren. Ein derartiges Anemometer lässt sich thatsächlich ausführen, wenn man für das Glied c_1 eine Platinschneide (Draht) wählt, durch c_1 und die Rolle T einen Strom leitet und das zwischen beiden sich bewegende Papier derartig präparirt, dass der hindurchgehende Strom darauf farbige Spuren hinterlässt. Bei Versuchen mit einem Induktionsapparat wurde sogar die Spur auf dem Papier ausgebrannt.

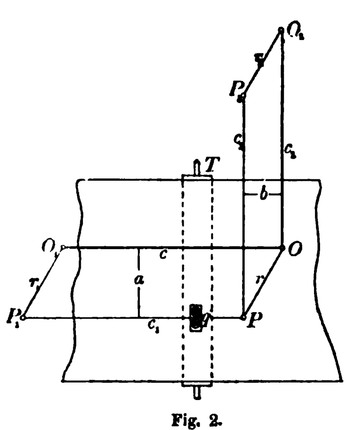


Fig. 2.

Will man dagegen den Bleistift zur Registrirung benutzen, so muss zwischen c_1 und die Papierrolle T noch eine Prismenführung eingeschaltet werden, deren Schlitten über der Rolle liegt, parallel zur Rollenaxe beweglich ist und von dem Gliede c_1 mitgenommen wird. Diese Mitnahme kann dabei in sehr einfacher Weise bewirkt werden, entweder durch eine am Schlitten befestigte Hülse, durch welche c_1 gleitet, oder durch zwei am Schlitten angebrachte Stifte $q\,q$, zwischen denen sich c_1 verschiebt. Ein am Schlitten angebrachter Bleistift, der auf dem Papier schleift, verzeichnet dann die gewünschten Grössen a (bezw. b) auf letzterem.

Nach diesen Ausführungen dürften die Abbildungen (S. 468 u. 469) eines augenblicklich in der meteorologischen Station zu Riga in Thätigkeit befindlichen Apparates unmittelbar verständlich sein. Fig. 3 stellt den in voller Thätigkeit befindlichen Apparat dar, in Fig. 4 dagegen ist die obere Platte abgehoben und zurückgeklappt. Die Gelenkvierecke sind, um jede Klemmung zu vermeiden, durch vier gleich grosse Zahnräder $Z\,Z_1\,Z_2\,Z_3$ ersetzt, von denen das mittlere Z_3 unmittelbar auf der Axe F der Windfahne sitzt. Die Mittelpunkte der drei äusseren Zahnräder $O\,O_1\,O_2$ ersetzen die drei gleichbenannten ruhenden Gelenkpunkte der Fig. 2; die Schenkel $c_1\,c_3$ des beweglichen Winkels bilden die beiden Seiten c_1 und c_3 der Fig. 2. Die festen Glieder $c\,c_2$ der zwei Gelenkvierecke werden durch die Grundplatte ersetzt, auf welcher die Axen der drei äusseren Zahnräder befestigt sind. Die das Papier führenden Rollen $T\,T_1$ sind nicht unmittelbar unter den Prismen, sondern, um sie bequemer erreichen zu können, vor denselben montirt. Sie sind mit einander durch Kammräder verbunden

und werden mit Hilfe einer Uebertragung von 1 zu 10000[1]) durch ein Robinson'sches Schaalenkreuz von der Welle w in Umdrehungen versetzt. An dieser Antriebswelle ist, um die vermehrte Reibung auszugleichen, welche das Schaalenkreuz zu überwinden hat, ein in der Zeichnung nicht sichtbares Gewicht angebracht, welches im Bewegungssinn wirkt und täglich aufgezogen wird. Die den Bleistift tragenden Ansätze $d\ d_1$ werden wie bei einem Zirkel in die Halter $e\ e_1$ eingeschoben, welche an der Bewegung der in Führungen gleitenden, mit Röllchen versehenen Schlitten $q\ q_1$ (Fig. 4) theilnehmen. Die Röllchen fassen die Schenkel $c_1\ c_3$ zwischen sich. Das vordere Ende des Bleistiftträgers wird durch eine Feder getragen, welche durch eine kleine Schraube angespannt werden kann, wodurch der Druck, den der Bleistift auf das

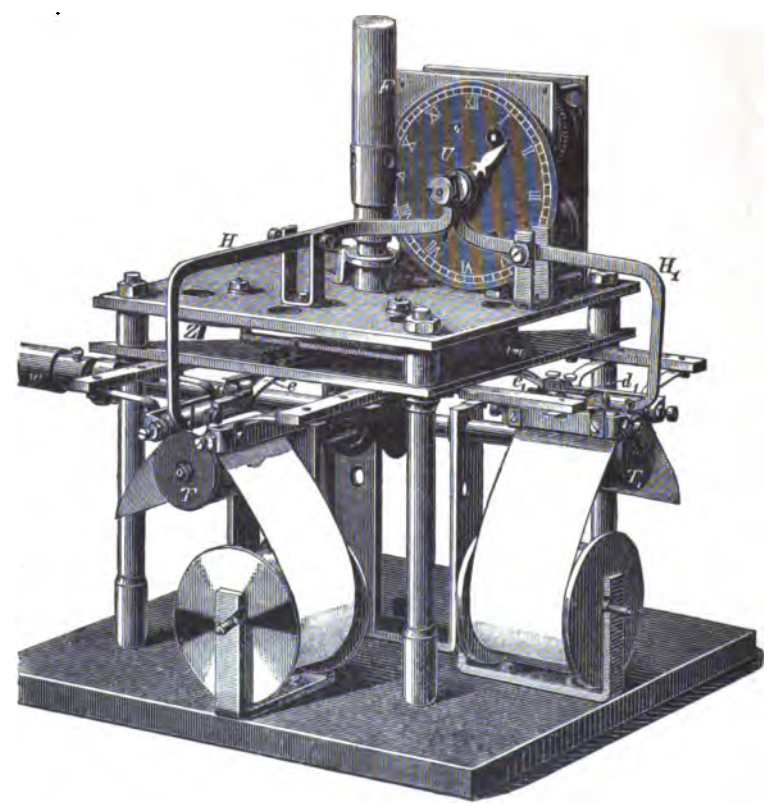


Fig. 3.

Papier ausübt und damit die Deutlichkeit der Zeichnung vermehrt wird. Zwei durch das Uhrwerk U bewegte Hebel $H\ H_1$, die an ihren Enden Bleistifte tragen, markiren auf der einen Rolle die Stunden, auf der anderen die Viertelstunden durch Punkte.

Der Apparat ist ungemein leicht beweglich und stellt an die Windfahne so geringe Anforderungen, dass trotz einer sehr starken Dämpfung derselben ihre Schwankungen noch immer recht bedeutend sind. Benutzt man statt des Bleistiftes eine Stahlspitze, statt des Papiers ein mit Asphaltlack überzogenes Kupferblech — am besten, indem man den das Papier treibenden Rollen einen grossen Durchmesser giebt und das Kupferblech um dieselben spannt — so kann das Anemogramm unmittelbar geätzt und durch den Druck vervielfältigt werden.

[1]) Eine besondere Einrichtung, die in der Abbildung nicht wiedergegeben ist, gestattet diese Uebertragung ohne Mühe zwischen 2500 und 20000 zu variiren.

II.

Es liegt der Gedanke nahe, die Bewegungen, welche der Bleistift bezw. der Schlitten ausführt, durch Gleiten desselben an einer Kurve entstehen zu lassen. Die Kurve wäre dabei als die Begrenzung einer horizontalen, mit der Windfahne fest verbundenen Ebene zu denken, welche sich mit der letzteren (die Windfahnenaxe als Drehungsaxe genommen) zugleich dreht. Theoretisch ist das natürlich immer möglich, praktisch aber wird auch noch erforderlich sein, dass die Kurve stetig ist, und dass der Krümmungshalbmesser derselben an keinem Punkte unter einen gewissen Werth sinkt.

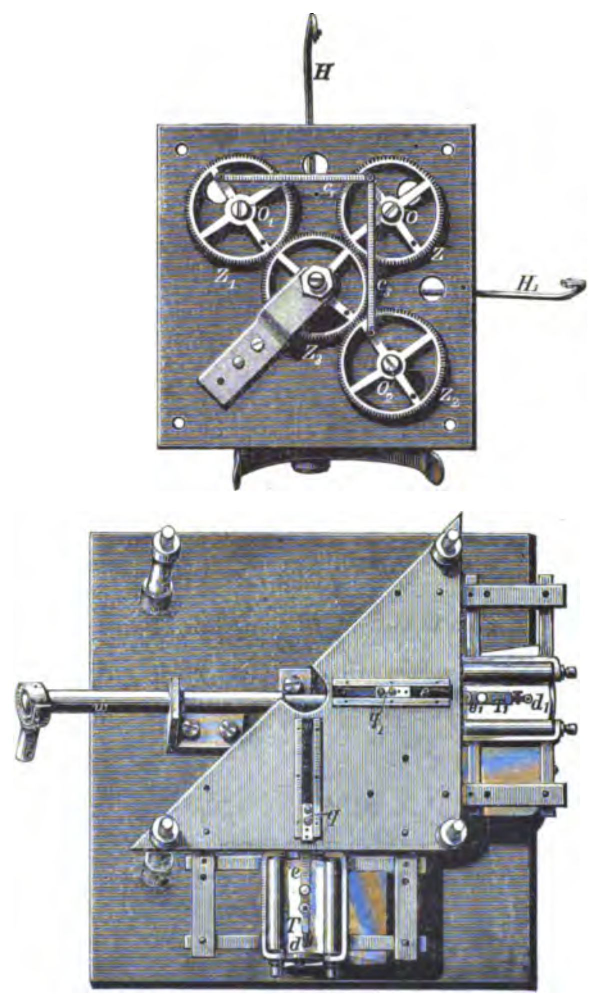


Fig. 4.

Die Gleichung der Kurve ergiebt sich sehr einfach. Da die Verschiebung des Bleistiftes bezw. des Schlittens in jedem Augenblick (d. h. für jedes φ) gleich $a = r \cos \varphi$ ist, so wird auch der *radius vector* der gesuchten Kurve, der ja diese Verschiebung veranlassen soll, sich mit dem Winkel φ nur um diese Grösse ändern dürfen. Es muss also für jeden Werth von φ sein:

$$\rho = c + r \cos \varphi,$$

wobei c und r willkürlich anzunehmende Konstanten sind, deren Werthe ausser durch die Erfordernisse der Praxis nur dadurch beschränkt sind, dass der benutzte Theil der Kurve reell bleiben soll.

Eine für die Praxis besonders werthvolle Eigenschaft dieser gewissermaassen aus zwei Kreisgleichungen ($\rho =$ Konst. für $r = o$, und $\rho = r \cos \varphi$ für $c = o$) kombinirten Kurve besteht darin, dass jede durch den Koordinatenanfang gezogene Gerade die Kurve in zwei reellen Punkten schneidet, deren Abstand, wie auch die Gerade gelegt sein mag, einen konstanten Werth $= 2c$ hat. Es ist nämlich:

$$\rho_\varphi = c + r \cos \varphi, \qquad \rho_{180^\circ + \varphi} = c - r \cos \varphi, \qquad \text{also:} \quad \rho_\varphi + \rho_{180^\circ + \varphi} = 2c.$$

Diese Eigenschaft der Kurve ermöglicht es, dass man sie zwischen zwei am Prisma angebrachten festen Stiften (am besten wohl stehende Rollen) rotiren lassen kann, wobei dann der Bleistift die gleichen Bewegungen ausführen wird wie im vorigen Apparat. Die Konstruktion der Kurve bietet natürlich keine Schwierigkeiten; sie hat die in der Figur 5 (auf S. 470) angedeutete Gestalt. Die Kurve hat eine

Symmetrieaxe, da ja der Nord-Süd-Schlitten dieselbe Lage haben muss, bei einer gleich starken Abweichung der Windfahne nach Osten oder Westen. Da ferner die Bewegungen der beiden Schlitten ganz gleichartig sind und der Ost-West-Schlitten dieselben Bewegungen ausführen muss wie der Nord-Süd-Schlitten, sobald die Windfahne sich um 90° gedreht hat, so kann dieselbe Kurve natürlich gleichzeitig beide Schlittenpaare bewegen. Ich habe mir ein von der nebenstehenden Kurve begrenztes Stahlblech angefertigt; der zugehörige Apparat ist jedoch noch nicht vollständig ausgeführt.

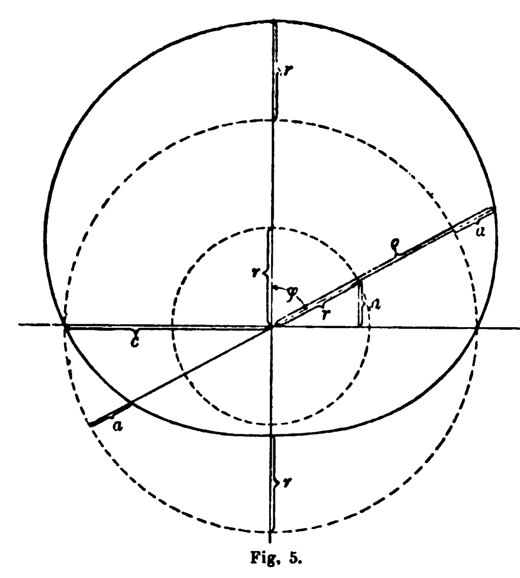
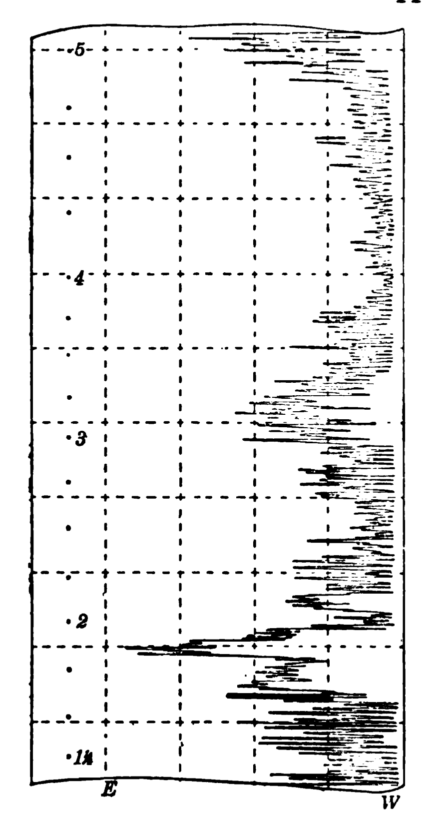
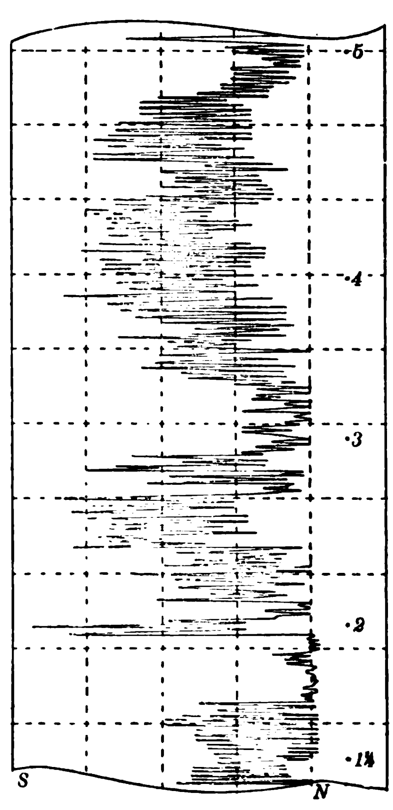


Fig. 5.

Das Anemogramm. Zur Beurtheilung der Leistungen des oben beschriebenen Apparates möge das beifolgende Anemogramm dienen, in welchem lediglich die Zahlen der Stunden vom Beobachter hinzugefügt worden sind. Die Anemogramme sind natürlich paarweise vorhanden; auf dem Nord-Süd-Anemogramme sind die ganzen, auf dem Ost-West-Anemogramme die Viertelstunden durch Punkte vom Apparat verzeichnet.





Zur Berechnung mögen folgende Werthangaben für die Konstanten dienen: Es war der Durchmesser des Schaalenkreuzes = 115 *mm*, der Abstand der Mittel-

punkte der Kugelschaalen = 555 *mm*. Der bei einer Umdrehung von einem Kugelschaalenmittelpunkt zurückgelegte Weg beträgt demnach 1,7436 *Meter* und die hierzu nöthige Windbewegung mithin 5,2308 *Meter*. Die Zahnradübertragung zwischen der das Papier bewegenden Walze und dem Schaalenkreuz war 1 : 10 000; d. h. es entsprach eine Walzenumdrehung 10 000 Umdrehungen des Schaalenkreuzes und zeigte mithin 52,308 *km* Windbewegung an. Der Umfang der Walze, bezw. die Fortbewegung des Papierstreifens bei einer Umdrehung derselben, betrug etwas weniger als 97 *mm*, so dass eine Bewegung des Papiers um 1 *mm* einer Windbewegung von 0,540 *km* gleich gesetzt werden kann.

Die Bewegung des Papiers in Millimetern während einer Viertelstunde, multiplicirt mit 540 wird demnach angeben, wieviel Meter Windbewegung durchschnittlich in diesen 900 Sekunden geherrscht haben; wenn man also die Papierbewegung in Millimetern mit 540/900 = 0,6 multiplicirt, so erhält man die Windbewegung in *Metern* pro *Sekunde*. Für eine ganze Stunde endlich hat man die Zahl der Millimeter, um welche das Papier verschoben worden, bezw. den Abstand zweier Stundenpunkte in Millimetern, wie man ihn aus dem Anemogramm direkt abliest, mit der sehr bequemen Zahl 0,15 zu multipliciren, um auch hier die mittlere Windgeschwindigkeit während dieser Zeit in den üblichen Einheiten zu erhalten.

Der Apparat giebt uns also:

A. Für jeden beliebigen Augenblick, wobei unter Augenblick, wie das aus praktischen Gründen (unnützer Papierverbrauch u. s. w.) üblich ist, ein Zeitraum von 15 Minuten verstanden wird: 1. die herrschende Windstärke oder Windgeschwindigkeit durch die Länge der Papierverschiebung. 2. die Windrichtung bezw. den cosinus (sinus) derselben in dem Quotienten aus der mittleren Ordinate (in Millimeter) dividirt durch 20 *mm* (Maximalwerth der Ordinaten). Die mittlere Ordinate erhält man natürlich als den Quotienten der Fläche durch die Abscisse. 3. die Windkomponenten als Produkt der beiden vorhergehenden Grössen bezw. als den Quotienten aus der in Quadratmillimetern gemessenen Fläche (jedesmal einerseits der Mittellinie des Anemogramms) durch das Produkt aus der Abscisse mit der Grösse 20 *mm*.

B. Für einen beliebig langen Zeitraum erhält man die Mittelwerthe, welche die unter A. 1. und 3. angeführten Grössen in diesem Zeitraum gehabt haben, also: 1. die mittlere Windgeschwindigkeit, 2. die mittleren Windkomponenten; endlich erhalten wir auch noch 3. die Aenderungen dieser Grössen, sowie die Aenderung der Windrichtung, diese letzte Grösse allerdings nicht direkt in Graden, sondern zunächst nur in der Aenderung des sinus. Es liesse sich jedoch leicht mit Hilfe einer entsprechend getheilten Glasplatte, welche man auf das Anemogramm auflegt, dieselbe auch in Bogentheilen abschätzen.

Es erübrigt noch zu bemerken, dass die Integration der Kurvenfläche bei Berechnung der Komponenten natürlich sowohl mit Hilfe eines Planimeters als auch durch Wägung ausgeführt werden kann. Für die Praxis dürfte es jedoch genügen, sie entweder durch Addition der Quadratmillimeter oder durch Schätzung derselben zu bestimmen.

Schlussbemerkung.

Es versteht sich von selbst, dass der Apparat in seiner vorstehenden Gestalt nicht den Anspruch erheben kann, nach irgend einer Richtung hin vollkommen zu sein. Doch dürften viele von den noch wünschenswerthen Aenderungen leicht zu beschaffen sein. Insbesondere dürfte auch die Aufzeichnung der Anemogramme an einem vom Beobachtungsort entfernten Punkt leicht in ähnlicher Weise auszuführen sein, wie das bei dem neuen selbstregistrirenden Siemens'schen Pegel geschieht. So leuchtet z. B. auch ein, dass es keine Schwierigkeiten hat, mit Hilfe einer geeigneten Windfahne auch noch die dritte (vertikale) Komponente des Windes in ganz derselben Weise registriren zu lassen und dürfte dieses nach den geistvollen Ausführungen des Herrn Prof. v. Helmholtz über die Wellen des Wassers und der Luft auf der 62. Naturforscherversammlung von ganz besonderem Interesse sein, zumal, wenn man gleichzeitig die Angaben eines Osler'schen Anemometers in Betracht zieht.

Modifikation des von Otto Pettersson konstruirten Apparates für Luft- und Gasanalysen.

Von
Klas Sondén in Stockholm.

(Mittheilung aus dem städtischen Gesundheitslaboratorium zu Stockholm).

In der *Zeitschr. f. anal. Chem.* **25.** *S. 467 u. 479* beschreibt O. Pettersson eine neue Methode zur Luft-, bezw. allgemein zur Gasanalyse, welche sich auf ein neues Prinzip und auf die Anwendung von zwei von ihm konstruirten Apparaten gründet. Durch Kompensation mittels eines mit dem Analysengefäss durch ein Differentialmanometer kommunicirenden Luftvolumen ist der Einfluss der Aenderungen des Barometerstandes und der Temperatur während der Dauer der Analyse gänzlich aufgehoben, wodurch die grösste Genauigkeit der Resultate erzielt wird. Indessen setzt die Kohlensäurebestimmung in der Luft voraus, dass der Wasserdampf gänzlich entfernt ist, zu welchem Zwecke Pettersson die betreffende Luftprobe in ein Phosphorsäureanhydrid enthaltendes Gefäss einschloss. Die gewöhnliche Gasanalyse geschah aber mit feuchtem Material. Theils wegen dieser Verschiedenheiten der Arbeitsweise, theils auch wegen der Ungleichheit der im einen und im anderen Falle gewünschten Genauigkeit, wurde daher von zwei Apparaten, je nach dem besonderen Zwecke, Gebrauch gemacht. In der *Zeitschr. f. anal. Chem.* **26.** *S. 592* habe ich die Nachtheile gezeigt, die in der Praxis dem Arbeiten mit getrockneter Luft folgen, sowie auch einen Apparat beschrieben, durch welchen einerseits diese Unannehmlichkeit vermieden, andererseits auch ermöglicht wurde, sowohl Luft- als auch gewöhnliche Gasanalysen mit Hilfe eines einzigen Apparates zu machen. Schliesslich umfasste auch der Apparat eine Vorrichtung, Pipetten zur Entnahme von Proben zu evakuiren, welche Vorrichtung auch noch dazu diente, nach geschehener Probeentnahme deren Inhalt in das Analysengefäss einzulassen. Der Apparat war aber wegen seiner grossen Dimensionen unhandlich und liess in konstruktiver Hinsicht noch viel zu wünschen übrig. Ferner haben dann O. Pettersson und P. Palmqvist (*Ber. d. d. chem. Ges. 1888, 2129*) einen tragbaren Apparat konstruirt, der indess nur für Zwecke der Luftanalyse dient und der ebenfalls mit feuchter Luft arbeitet. Es ist jetzt gelungen, dem Apparate, ohne die

Grenzen seiner Anwendbarkeit in irgend einer Beziehung zu beschränken, eine sehr handliche Form zu geben [1]). Ich habe dies durch eine Abänderung der Konstruktion des Kompensators erreicht; derselbe hatte früher keine andere Aufgabe, als nach beendigter Absorption, beziehungsweise Explosion, das Einstellen des im Gasanalysengefässe befindlichen Gases in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zu ermöglichen. Das Volumen des Kompensators wurde nie geändert. Es ist aber einleuchtend, dass man, um einen Partialdruck eines Bestandtheiles der Gasprobe zu bestimmen, auf zweierlei Weise vorgehen kann; entweder misst man, wie bei den drei oben erwähnten Apparaten, einfach die Volumenveränderung der bei konstantem Drucke erhaltenen Gasprobe, oder man bestimmt die prozentische Volumenvergrösserung, der man den Inhalt des Kompensators unterwerfen muss, um bei konstantem Volumen der Gasprobe nach der Absorption das Gleichgewicht herzustellen. Nichts hindert aber, die beiden Prinzipe an einem Apparat anzuwenden, wodurch natürlich dieser ohne Zusätze grösserer Theile doppeltwirkend wird. Die beistehende Figur stellt einen nach diesem Prinzipe konstruirten Apparat dar. *A* ist das Analysengefäss, oben cylindrisch und in zehntel Kubikcentimeter oder auch wie ein Eudiometerrohr in Millimeter eingetheilt und wie ein solches mit eingeschmolzenen Platindrähten versehen, unten aber zu einer kugeligen Erweiterung ausgeblasen. Nach oben setzt es sich mit der kapillaren Rohrleitung fort, wodurch das Gefäss *A* theils mit der äusseren Luft durch den Hahn γ (oder ζ) theils mit dem Differentialmanometer durch den Hahn ε und schliesslich mit dem Absorptionsgefäss *D* durch den Hahn η in Verbindung gesetzt werden kann. Nach unten hin verengt sich *A* zu einem fast kapillaren Rohr, das unmittelbar unterhalb der Kugel mit einer Marke *m* versehen ist, um ein scharfes Begrenzen des Gasvolumens zu gestatten. An das Rohr *A* setzt sich ein Gummischlauch an, und an diesen ein enges T-Rohr, welches einentheils nach dem Steigerohr *F*, anderentheils nach dem Quecksilbergefäss F_1 leitet. Durch die Hähne μ und λ kann die Rohrleitung abgesperrt werden. Durch eine auf den Schlauch *k* wirkende Quetschschraube R_3 (Fig. 2) kann die feinste Einstellung des Gasvolumens in *A* nach Schliessen des Hahns μ bewerkstelligt werden. Der Kompensator *B*, etwa 100 *ccm* fassend, ist mit einem inneren Rohre $b\,b_1$ versehen, das eine sehr feine Theilung hat, derartig, dass die Skale genaue Volumenprozente des gesammten eingeschlossenen Luftvolumens angiebt. Der obere engere Theil des Rohrs, das nur für die Bestimmung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft bestimmt ist, umfasst, bei einer Länge von etwa 10 *cm*, im Ganzen 0,1 Volumenprozent des Luftvolumens, weshalb man mit Hilfe desselben die atmosphärische Kohlensäure bis auf 0,001 Volumenprocent genau bestimmen kann. Der weitere untere Theil des Rohrs dient zur Bestimmung der Kohlensäure der

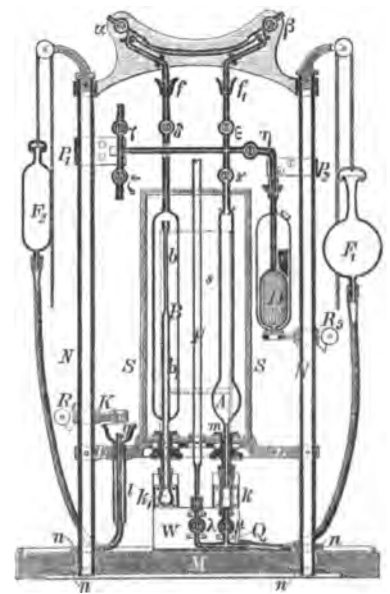
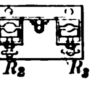


Fig. 1.


Fig. 2.

[1]) Der Apparat wird nach Zeichnungen, an welchen die Einzeltheile von Otto Pettersson und mir gemeinsam besprochen sind, von Franz Müller (Geissler's Nachf.) in Bonn ausgeführt.

Zimmerluft und gestattet eine Genauigkeit von 0,01 Volumenprozent. Um das Luftvolumen zu vergrössern oder zu verkleinern, lässt man mit Hilfe einer Quetschschraube R_2 (Fig. 2) Qecksilber aus einem kleinen übersponnenen Gummibeutel k_1 in das Rohr hinaufsteigen. — Die Luft im Kompensator ist mit Feuchtigkeit gesättigt. Nach oben setzt sich B durch eine kapillare Röhre fort, die durch den Hahn δ mit der anderen Seite des Differentialmanometers $\alpha\beta$ in Verbindung gesetzt werden kann. Das in Millimeter eingetheilte Differentialmanometer $\alpha\beta$ enthält einen Index, aus einem Tröpfchen schwerflüchtigen Petroleum gebildet.

Um das Absorptionsgefäss D weniger zerbrechlich zu machen als die gewöhnlichen Orsat'schen Röhren habe ich ihm die in der Figur angedeutete kompendiösere Form gegeben. Eine Schraubenvorrichtung macht es möglich, ein Absorptionsgefäss gegen ein anderes auszutauschen und dadurch mehrere Absorptionsmittel nach einander einwirken zu lassen. Um gleichmässige Temperatur zu erhalten, stehen das Analysengefäss und der Kompensator in einem Wasser enthaltenden Glascylinder S, in welchem bei der Arbeit das Wasser durch Einblasen von Luft gut gemischt wird. Die Figur 3 zeigt den Kompensator von der Seite gesehen (die innere Skale weggenommen), und in den Glascylinder S eingestellt. Unten im letzteren ist ein T-Rohr eingesetzt, das nach der einen Seite mit einem Doppelballon von Gummi zum Einblasen der Luft in Verbindung steht, nach der anderen Seite bei Bedarf zum Auslaufen des Wassers dient. Eine auf Füssen stehende Scheidewand s aus Milchglas dient sowohl als Hintergrund bei der Ablesung, als auch zur Beförderung der regelmässigen Cirkulation des Wassers. Die Hebung und Senkung der Quecksilbergefässe F_1 und F_2 erfolgt durch Drehung von Schnurrollen (in der Figur fortgelassen), welche auf ihr Axen festklemmbar sind. Als Nebenapparat kann die Einrichtung zum Evakuiren der Pipette u. s. f. betrachtet werden. Die Spitze der zu evakuirenden Pipette wird in den Schlauch bei g eingesteckt, wobei man behufs guter Dichtung dafür zu sorgen hat, dass das Quecksilber über das Schlauchende reicht. Durch Heben des Quecksilbergefässes F_2 treibt man die Luft aus der Pipette heraus und schmilzt dann die fein ausgezogene Spitze mit dem Löthrohre ab. Durch Senken von F_2 um etwa 800 *mm* unterhalb g entsteht in der Pipette beinahe Toricelli'sche Leere. Sobald das Quecksilber bis g gesunken ist, schmilzt man nun die untere Röhre der Pipette ab, wobei also nur eine aus der oberen feinen Spitze stammende Spur von Luft zurückgeblieben ist. Dieselbe Vorrichtung dient auch zum Einführen der Gasproben aus der Pipette in das Analysengefäss.

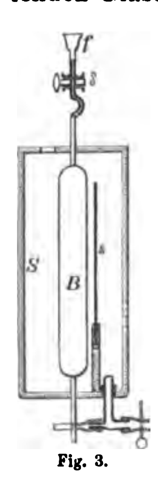


Fig. 3.

Um schliesslich die Arbeitsmethoden zu beschreiben, so sind diese, wie erwähnt, zweierlei. Atmosphärische Luft wird z. B. in folgender Weise auf Kohlensäure analysirt. Bei Beginn muss das Analysengefäss A bis zum Hahne $\varkappa$ mit Quecksilber gefüllt sein. Die Hähne μ, $\varkappa$, ζ (beziehungsweise γ), δ, α und β stehen offen; λ, ε, η und γ (beziehungsweise ζ) sind geschlossen. Der Index steht an einer zu notirenden Marke, ebenso die als Absorptionsmittel dienende Lauge in dem kapillaren Rohre des Gefässes D. Das Quecksilber im Rohre $b\,b_1$ steht genau am obersten Theilstriche. Senkt man nun das Gefäss F_1, so sinkt das Quecksilber in A, wobei die zu analysirende Luft — entweder aus der Umgebung des Apparates oder aus einer der vorgenannten Pipetten — hereintritt. Ist das Gefäss mit Luft gefüllt, so schliesst man die Hähne μ, γ (bzw. ζ), öffnet aber ε. Mit

Hilfe der Quetschschraube R_3 (Fig. 2) justirt man das Quecksilberniveau im Kapillarrohre unterhalb A genau nach der Marke m und mischt jetzt das Wasser in S um. Nun schliesst man die Hähne α und β; offen bleiben also δ, ε und $\varkappa$. Durch vorsichtiges Schrauben an R_3 überzeugt man sich, dass der Index frei beweglich ist, also die Röhren oder Hähne nicht zugestopft sind. Der Hahn ε wird jetzt geschlossen und η und μ geöffnet. Nun führt man durch Heben von F_1 das Gas nach D hinüber, nach einigen Minuten aber wieder nach A zurück, wobei genau darauf geachtet wird, dass das Laugeniveau an derselben Marke in dem Kapillarrohr wie vorher steht — was am besten dadurch geschieht, dass man die letzte Einstellung nach Schliessen von μ mit Hilfe der Quetschschraube R_3 bewerkstelligt. Es ist nun die Kohlensäure absorbirt, weshalb auch gewöhnlich das Quecksilber ein wenig höher als die Marke m stehen bleibt. — Oeffnet man nun ε, so bewegt sich der Index (wenn nicht zu lange Zeit zu der Arbeit angewendet worden ist) sehr wenig. Durch gleichzeitiges Schrauben nach links an R_2 und R_3, kann man, ohne den Index von der Stelle zu bewegen, das Quecksilberniveau in A genau bis zu der Marke m, d. h. das Gas zu dem Anfangsvolumen bringen. Vermittels der Schraube R_2 justirt man nun den Index des Manometers genau bis auf die von Anfang an notirte Lage und hat, um das Resultat zu bekommen einfach die Skale an b abzulesen. Die ganze Analyse ist in etwa zehn Minuten gemacht.

Bei gewöhnlicher Gasanalyse lässt man die in B befindliche Skale einfach in Ruhe und arbeitet ganz wie mit dem ursprünglichen Pettersson'schen Apparat. Der Gebrauch des dabei einzigen neuen Zusatzes, des Steigerohres F, wird ohne Erklärung begreiflich sein.

Es wird vielleicht auffallen, dass einige Hähne während des Analysirens gar nicht gebraucht werden. Dies ist der Fall mit dem einen von den beiden γ oder ζ, weiter auch mit δ und $\varkappa$. Alle drei sind aber von entschiedenem Vortheil. Steckt z. B. an ζ eine Pipette, aus welcher man eine Probe genommen hat, deren Inhalt man aber für noch eine Analyse anwenden will, so ist es sehr bequem, das schon untersuchte Gas durch γ herauslassen zu können. Zuweilen kommt es vor, die sämmtlichen mit A in Verbindung stehenden Kapillaren mit einem gewissen Gas oder Gasgemisch auszuwaschen, ohne dass der Index gebrochen wird. Um dann β als Auslasshahn benutzen zu können, müssen α sowie auch δ zugemacht sein. — Schliesslich ist $\varkappa$ da, um die Reinigung des Apparates zu erleichtern, und zwar, damit kein Spülwasser in das Rohrsystem hineingelassen zu werden brauche. Bei der Konstruktion eines auch für den praktischen Gebrauch anwendbaren Apparates scheint die Rücksicht auf das bequeme Handhaben viel mehr als auf das vielleicht etwas einfachere Aussehen in Betracht zu kommen. — Es mag schliesslich bemerkt werden, dass ich mit Hilfe eines derartigen Apparates mehrere hundert verschiedenartige Bestimmungen ausgeführt habe, wobei er sich völlig bewährt hat, sowohl in Bezug auf die Genauigkeit als die Schnelligkeit der Arbeit.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber die decimale Eintheilung des Kreises.

Zu meinen im vorigen Hefte dieser Zeitschrift abgedruckten Aeusserungen über die Vorzüge der decimalen Eintheilung des Quadranten, insbesondere auch im Vergleich mit der von einzelnen Stellen vorgeschlagenen decimalen Eintheilung des ganzen Umkreises, möchte ich mir noch erlauben einen kleinen Zusatz zu machen.

Es giebt in der That manche Gebiete, in denen sachgemäss nach ganzen Umdrehungen als Einheiten gerechnet wird, z. B. bei Schraubentrommeln, Torsionskreisen und dergleichen. Für solche Fälle kann es auch zweckmässig sein, trigonometrische Tafeln herzustellen, die sich auf eine decimale Eintheilung des ganzen Umkreises beziehen und dadurch bei gewissen Rechnungen mit trigonometrischen Funktionen, wie sie z. B. bei den Bestimmungen der periodischen Fehler von Schrauben u. s. w. vorkommen, nicht ganz unerhebliche Erleichterungen bieten.

In solchen Fällen wird es jedoch meistens keiner sehr grossen Genauigkeit der Winkelausdrücke, somit in den Logarithmentafeln sehr weniger Stellen bedürfen.

Jedenfalls wird die hier in Rede stehende Ausdrucksform von Winkelangaben an umfassender praktischer Bedeutung auch nicht entfernt mit derjenigen zu vergleichen sein, auf welche meine erste Mittheilung sich bezogen hat. *W. Foerster.*

Prüfungsanstalt für Thermometer in Ilmenau.

Im Einverständniss mit den zuständigen Reichsbehörden ist seitens der Grossherzoglichen Sächsischen Regierung eine Prüfungsanstalt für Thermometer in Ilmenau errichtet worden. Die wissenschaftliche Thätigkeit der Anstalt wird von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt überwacht; demgemäss entsprechen ihre Prüfungsbestimmungen auch den von der letzteren Behörde erlassenenen Verordnungen (*Vergl. diese Zeitschr. 1889 S. 27.*) Die Arbeiten der Anstalt beschränken sich vorläufig auf Prüfung von Quecksilberthermometern aus Glas in Temperaturen zwischen 0 und 50°.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate auf der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg 1889.

Die diesjährige Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate gelegentlich der deutschen Naturforscherversammlung bot ein ganz besonderes Interesse dadurch, dass diesmal zum ersten Male der Versuch gemacht wurde, nur wissenschaftlich interessante Apparate und Präparate neueren Ursprungs zuzulassen. Der Heidelberger Ausstellungsausschuss hatte sich in dankenswerthester Weise der Mühe unterzogen, längst bekannte und unwichtige Gegenstände auszuscheiden; innerhalb des so Zugelassenen wurde dann noch eine besondere Scheidung derart getroffen, dass in einem besonderen, für die Sitzungen der neugebildeten *Abtheilung für Instrumentenkunde* bestimmten Raume in Abtheilung I alle diejenigen Instrumente und Apparate vereinigt wurden, welche sich zur Vorführung in der genannten Abtheilung eigneten, während alle übrigen Gegenstände in einem zweiten grösseren Raum ausgestellt wurden. Dass bei dieser Scheidung manche ältere und bekannte Instrumente in Abtheilung I vorgefunden wurden, während Apparate neuesten Ursprungs in andere Abtheilungen verwiesen worden sind, kann dem Ausstellungsausschuss bei der Schwierigkeit der Vertheilung nicht zum Vorwurf dienen; es muss vielmehr anerkannt werden, dass die Ausstellung in ihrer diesjährigen Anordnung sich besonders von der vorjährigen vortheilhaft abhob.

Astronomische und geodätische Instrumente waren nur in geringer Anzahl vertreten. Dr. V. Wellmann in Berlin hatte ein von ihm konstruirtes und von Fr. Schmidt & Haensch daselbst ausgeführtes Doppelbild-Mikrometer ausgestellt. Dasselbe besteht aus einem achromatischen Prisma aus Bergkrystall, das von einem getheilten Kreise umschlossen ist und vor dem Okular des Mikroskops bezw. Fernrohrs angebracht wird. Dreht man das Prisma mit dem getheilten Kreise, so bewegt sich das ausserordentliche Bild des Fadens um das ordentliche; der Abstand der beiden Bilder ist $= x \sin \varphi$, wo x eine Konstante und φ der am Theilkreise abzulesende Drehungswinkel ist; ausserdem kann man am Kreise den Positionswinkel ablesen. Der Apparat soll hauptsächlich die Schraubenfehler des jetzt gebräuchlichen Fadenmikrometers vermeiden und dadurch eine genauere und sehr viel schnellere Messung ermöglichen. Das Prinzip des Apparates, die Doppelbrechung des Lichtes zu mikrometrischen Messungen zu benutzen, ist bereits vor einigen Jahren von C. Bamberg bei der Herstellung von Quarzplatten benutzt worden, welche zur Bestimmung der Fehler

von Mikrometerschrauben dienen sollten; solche Quarzplatten sind vom Kgl. Geodät. Institut vor Jahren bereits benutzt worden. Wie wir vernehmen, soll das Wellmann'sche Mikrometer einer Umgestaltung unterzogen werden; vielleicht können wir unseren Lesern darüber später Näheres mittheilen. — L. Tesdorpf in Stuttgart zeigte eine Anzahl von geodätischen Instrumenten. An dem bekannten Wagner'schen Tachygraphometer hat die Firma einige kleine Modifikationen angebracht, u. A. die Distanzskale auf Argentan getheilt; bei der Höhenskale ist die zur Notirung der jeweiligen Stationshöhe dienende Elfenbeinlamelle durch eine Hilfsskale auf Pergament ersetzt, die über eine Schnur läuft und nach Belieben verschoben werden kann. Dieselbe Firma hatte Nivellirinstrumente und kleinere Theodolite ausgestellt, die in ihren einzelnen Theilen die Verbesserungen zeigten, welche bereits im diesjährigen *Oktoberheft S. 359 dieser Zeitschrift* erwähnt sind. — A. Ott in Kempten hatte einige kleine Theodolite mit zusammenschiebbaren Stativen ausgestellt, welche indess keine bemerkenswerthen Konstruktionseigenthümlichkeiten zeigten. Die Stromgeschwindigkeitsmesser derselben Firma, deren Konstruktion dem jeweiligen Zweck der Messung angepasst ist, mögen hier erwähnt werden; dieselben werden in einem der nächsten Hefte näher beschrieben werden.

Mikroskope und andere optische Apparate für verschiedene physikalische und chemische Zwecke waren in grösserer Anzahl vorhanden. C. Zeiss in Jena hatte ausser einer Reihe von apochromatischen Objektiven und Okularen, Mikroskopen und Mikroskopstativen neuester Konstruktion, ein Polarisationsmikroskop für petrographische Untersuchungen, sowie mehrere neuere Abbe'sche Apparate ausgestellt. Von diesen haben das Krystallrefraktometer, das Spektrometer mit dem bei demselben verwendbaren Hohlprisma für Flüssigkeiten und dem Erwärmungsapparat bereits (S. *361* dieses Jahrgangs) Erwähnung gefunden und werden später noch ausführlich beschrieben werden. Abbe's Refraktometer für Flüssigkeiten ist mit getheiltem Sektor zur direkten Ablesung des Brechungsindex und mit Dispersionsapparat versehen. Das Skalen-Refraktometer von Abbe dient ferner zur Bestimmung des Koncentrationsgrades von Flüssigkeiten für Brechungsexponenten zwischen 1,33 und 1,43. Nach Angaben von Prof. Krümmel hat Zeiss ferner ein Differential-Refraktometer zur Ermittlung des Salzgehaltes des Meerwassers, sowie des Koncentrationsgrades anderer sehr verdünnter Lösungen konstruirt. Bei demselben wird behufs Elimination des Temperatureinflusses bei Bestimmung sehr kleiner Unterschiede des Brechungsexponenten ein in zwei Hälften getheiltes Doppelprisma benutzt, mittels dessen die Auslöschungsgrenzen der Totalreflexion für zwei Flüssigkeiten, z. B. reines Wasser und Salzlösung, unmittelbar nach einander an derselben Skale zu beobachten sind. — W. & H. Seibert in Wetzlar zeigten einen grossen mikrophotographischen Apparat nach Fritsche und Koch mit den neuesten Verbesserungen, festem Mikroskop, leichter Entfernbarkeit der Kamera, sowie anderen Modifikationen, wie sie sich indess im Prinzip auch an anderen Apparaten derselben Gattung, besonders an dem grossen Zeiss'schen Apparat finden. Polarisationsmikroskope waren in mehreren Formen, einfachen und komplicirteren vorhanden; das Polarisationsmikroskop nach Prof. Rosenbusch ist mit auswechselbarem Analysator versehen, der während der Arbeit aus- und eingeschaltet werden kann. Dieselbe Firma hatte apochromatische Objektive eigener Herstellung, nach Abbe-Zeiss'schen Typus ausgelegt. — Die Mikroskope von O. Himmler in Berlin haben bereits in einem früheren Ausstellungsbericht (vgl. *diese Zeitschr. 1888 S. 394*) gebührende Würdigung erfahren; besonders zu erwähnen ist eine sehr leicht auswechselbare Objektivzange, deren Konstruktion allerdings etwas älteren Datums ist; sie ist von R. Fuess in Berlin konstruirt, um Objektive ohne Anwendung des Revolverkopfes leicht auswechseln zu können. — E. Leitz in Wetzlar zeigte ausser einer Anzahl von Objektiven und Okularen eigener Erzeugung seine neuesten Einrichtungen für Mikroskope; erwähnenswerth ist besonders ein neuer beweglicher Objektivtisch mit eigenthümlichen Drehbewegungen zum Absuchen des Objekts. — R. Brünnée in Göttingen (i. F. Voigt & Hochgesang) hatte mehrere Formen der nach Angabe von Prof. Klein ausgeführten Mikroskope für feine mineralogisch-petrographische Untersuchungen vorgeführt; ausserdem einen

Erwärmungsapparat für Mikroskope, welcher eine schnelle Erhitzung von Präparaten bezw. Flüssigkeiten auf hohe Temperaturen und ebenso schnelle Abkühlung gestattet, ohne dass die Beobachtung während der Erhitzung behindert wird; eine Beschreibung des Apparates wird demnächst unsern Lesern mitgetheilt werden. — Von P. Wächter in Berlin lagen eine Anzahl seiner bekannten Mikroskope, sowie Objektive neuerer Herstellung aus. — Spektral-, Polarisations-, sowie photometrische Apparate waren besonders durch A. Krüss in Hamburg und Fr. Schmidt & Haensch in Berlin vertreten. A. Krüss in Hamburg hatte einen Spektralapparat mit sechs Prismen und automatischer Einstellung der Prismen auf das Minimum der Ablenkung ausgestellt. Der Apparat wurde in der *Abtheilung für Instrumentenkunde* vorgeführt, seine ausführliche Beschreibung wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen. Das Spektrophotometer derselben Firma, mit Doppelspalt nach Vierordt, ist mit einem Bunsen-Photometer verbunden, gegen welches es durch Drehung des ganzen Apparates um 180 Grad schnell ausgewechselt werden kann. Dieser Apparat dient zur Vergleichung der Gesammtintensität und der Helligkeit verschiedener Theile des Spektrums zweier Lichtquellen und zwar in schneller Aufeinanderfolge, um auch bei Lichtquellen mit wechselnder Gesammtintensität die Helligkeitskurve des Spektrums feststellen zu können. Spektrophotometer und Bunsen-Photometer können auch von einander getrennt und jedes auf eigenem Stativ für sich benutzt werden. Von A. Krüss lag ferner aus ein Universal-Spektralapparat zur Spektrophotometrie und zur qualitativen und quantitativen chemischen Analyse. Dieser Apparat, welcher sehr praktisch für physikalische Kabinette sowie für physiologisch-chemische Untersuchungen ist, besitzt für die qualitative Analyse Skalenrohr, sowie einfachen Mikrometerspalt mit getheilter Trommel, Platinschneiden und Vergleichsprisma, Lampe zur Skalenbeleuchtung, für die quantitative Analyse und zur Photometrie der Absorptionsspektren Mikrometerdoppelspalt mit zwei getheilten Trommeln, Okularschieber nach Vierordt, Absorptionsgefäss mit Schulz'schem Glaskörper, Mikrometerstativ. Der Apparat hat ein Flintglasprisma von 60 Grad, sowie ein dreifaches Prisma, welche gegen einander ausgewechselt werden können, so dass man mit geringer oder mit starker Zerstreuung arbeiten kann. Das Beobachtungsfernrohr wird durch eine Mikrometerschraube bewegt und die Grösse dieser Bewegung durch eine getheilte Trommel gemessen, ebenso die Weite des Okularspaltes und die Bewegung des Fadenkreuzes. Auf photometrischem Gebiete zeigte A. Krüss eine kleine Photometerbank mit Bunsen-Photometer zur Vergleichung von Einheitslichtquellen, konstruirt für die Lichtmess-Kommission des *Deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachmänner*; die Flammenhöhen und die richtige Stellung der Lichtquellen werden an ihrem optischen Bilde gemessen und kontrolirt; ferner eine Amylacetatlampe mit optischem Flammenmaass zur leichteren und genaueren Ablesung der Flammenhöhe, als durch die sonst üblichen Wild'schen Polarisationsphotometer erreichbar ist. Ueber eine von A. Krüss vorgeschlagene Form des Lummer'schen Photometers ist bereits in den Verhandlungen der *Abtheilung für Instrumentenkunde* berichtet worden. Endlich sei das Krüss'sche Photometrirstativ für Glühlampen (vgl. *diese Zeitschr. 1888. S. 70*) erwähnt, durch welches die Glühlampe in alle möglichen Lagen gebracht werden kann zur Bestimmung ihres Ausstrahlungsvermögens in verschiedenen Richtungen. — Die Ausstellung von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin zeigte mannigfache Fortschritte auf dem durch diese Firma vertretenen Gebiete. Der grosse Landolt'sche Polarisationsapparat, mit Lippich'schem Polarisator, unterscheidet sich von der früher beschriebenen Form (*diese Zeitschr. 1883 S. 121*) dadurch, dass er mit mikroskopischer Ablesung auf 0,001° versehen und dieser Empfindlichkeit entsprechend mit aller Präzision konstruirt und gebaut worden ist; zur Beleuchtung des Kreises und der Mikroskoptrommeln dienen die von Wolz eingeführten Lampen mit totalreflektirenden Glasstäben. Die bekannte Paalzow'sche optische Bank war mit einem neuen, von Dr. Stern konstruirten Aufsatze versehen, einem Bolometer zur Demonstration der thermo-elektrischen Ströme; eine Beschreibung dieser Einrichtung ist hoffentlich bald zu erwarten. Das Lummer-Brodhun'sche Photometer (*diese Zeitschr. 1889 S. 23, 41, 461*) war gleichfalls vertreten und mit neu eingerichteter Photometerbank versehen.

Ein besonderes Verdienst hat sich die Firma durch die Konstruktion eines Apparates zur Demonstration der Wirkung der verschiedenen Polarisatoren erworben; der nach dem Mitscherlich'schen System zusammengestellte Apparat gestattet die Demonstration der Polarisatoren nach Mitscherlich, Soleil, Laurent, Schmidt & Haensch, Lippich, Trannin u. A.; eine nähere Beschreibung des Apparates wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden. — E. Albrecht hatte ein von Prof. Hufner (*Zeitschr. f. Physik. Chemie III. 6.*) angegebenes Spektrophotometer ausgestellt, auf dessen Konstruktion wir an anderer Stelle zurückkommen werden. — M. Wolz in Bonn hatte eine Reihe von Formen der von Dr. C. Pulfrich für krystalloptische und chemische Zwecke konstruirten Instrumente ausgestellt. Das Totalreflektometer zur Bestimmung des Brechungsindices von Krystallen ist unseren Lesern bekannt (vgl. *Wied. Ann.* **30.** *S. 193. 487.* **31.** *S. 724. Diese Zeitschr. 1887 S. 17. 55. 392*), ebenso das Refraktometer für Chemiker zur Bestimmung des Brechungsexponenten von Flüssigkeiten (*diese Zeitschr. 1888 S. 47*). Neueren Ursprungs ist die einfache Form des Krystallrefraktoskops; auf einer mit Eintheilung versehenen weissen Scheibe können die Indices von Krystallplatten bis auf eine Einheit der zweiten Dezimale direkt abgelesen werden, auch lassen sich die Schnittkurven der Wellenflächen ein- und zweiaxiger Krystalle in übersichtlicher Weise veranschaulichen. Gleichfalls neu ist die Einrichtung des Refraktometers zur Untersuchung von Krystallplatten; zu diesem Zwecke kann an der unteren Seite der Fussplatte ein Träger zur Aufnahme eines Horizontalkreises befestigt werden, mit Hilfe dessen die auf der Prismenfläche des Instrumentes ruhenden Krystallplatten um einen messbaren Winkel gedreht werden; der Träger lässt sich leicht abnehmen und wieder befestigen, so dass der Apparat nach Belieben für Flüssigkeiten und für Krystalle verwendet werden kann. Eine vereinfachte Form des Refraktometers stellt das neue Refraktoskop für Chemiker dar, zur Bestimmung der Brechungsindices von Flüssigkeiten im Reagensglas. Die Mikroskopirlampen derselben Firma mit Anwendung der Lichtleitung durch Glasstäbe nach dem Gesetze der Totalreflexion (vgl. *diese Zeitschr. 1888 S. 257, 441*) sind unseren Lesern bekannt. — Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. H. hatten ausser einer reichhaltigen Kollektion ihrer zu den verschiedensten Zwecken dienenden optischen Präparate, z. B. Gypskeile für Mikroskope, Gypsblättchen von $^1/_4$, $^3/_4$ und $^9/_4$ Wellenlänge, u. A. m., ihren in *dieser Zeitschr. 1888 S. 427* beschriebenen Polarisationsapparat für Untersuchung von cirkular-polarisirenden Flüssigkeiten ausgestellt, ausserdem mehrere Demonstrationsapparate, einen Projektions- und Polarisationsapparat für Schulzwecke, sowie einen Apparat zur Demonstration der Reflexions- und Refraktionsgesetze. — B. Halle in Potsdam hatte eine Anzahl seiner vortheilhaft bekannten Prismen und andere optische Präparate ausgelegt. — Zur Aufnahme von Präparaten für mikroskopische, spektralanalytische und photographische Zwecke dienen die von E. Leybold't's Nachf. in Köln ausgestellten Glaskästchen; aus bestem Krystallspiegelglas hergestellt, sind dieselben im Feuer zusammengekittet und sollen der Einwirkung wässriger und alkoholischer Flüssigkeit, sowie Säuren und Alkalien vollkommen widerstehen. — Durch mannigfache neuere Konstruktionen war die Mikrotomie vertreten. A. Becker in Göttingen hatte eine Anzahl Mikrotome verschiedener Grössen ausgestellt; bei denselben werden die Messerschlitten mit 6 Punkten (einem mehr als nöthig) auf ebenen Flächen aus Alabasterglas geführt, deren eine vertikal steht. Die Stellung der beiden Flächen ist gegen die sonst übliche hier vertauscht. Die Bewegung des Schlittens wird durch Schnüre vermittelt, welche um eine mittels Handkurbel drehbare Schnurscheibe geschlungen und in geeigneter Weise geführt sind. Bei der Hebung des Objekts durch Mikrometerschraube wird seine gute Führung durch ein Parallelogrammgelenk gesichert. Die Mikrometerschraube ist für stellbaren Hub eingerichtet. Besondere Erwähnung verdient eine Einrichtung, welche das Zurückdrehen der bis zu Ende benutzten Mikrometerschraube entbehrlich macht, indem die Schraube mit Mutter herausgenommen und umgedreht werden kann. Eine nähere Beschreibung dieser Einrichtung werden wir in einem der nächsten Hefte bringen. — Die von R. Jung in Heidelberg vorgeführten Mikrotome, bei welchen die Hebung des Objektes durch mikrometrische Verschiebung des

Objekthalters auf einer zur Messerführung geneigten Bahn erfolgt, sind mit eigenartig nach Angabe von Prof. L. Koch konstruirten Objekthaltern ausgestattet, welche die ohne erneutes Einspannen mögliche Gesammthebung des Objekts wesentlich vergrössert. Das Wesentliche dieser Einrichtung besteht in Anordnung einer gesonderten Vertikalverschiebung der Objektklammer um grössere an besonderer Skale messbare Beträge. Es lagen zwei Ausführungsformen vor. Ein weiterer Objekthalter ist bestimmt, keilförmige Abschnitte mit Bezug auf eine bestimmte Richtung als Keilschärfe herzustellen, bezw. Objekte fächerförmig zu zerlegen. — Bei den von G. Miehe in Hildesheim ausgestellten Mikrotomen wird die Bewegung des auf prismatischer Bahn zwangläufig geführten Messerschlittens durch Hebel und Schubstange vermittelt. Dieselben sind für Serienschnitte mit verstellbarer automatischer Hebung des Objektes versehen. — Die von E. Zimmermann in Leipzig nach Prof. Minot konstruirten Mikrotome haben bereits im vorigen Jahrgange *dieser Zeitschr. S. 432* Erwähnung gefunden.

Das Gebiet der Waagen für wissenschaftliche Zwecke war nur durch wenige Firmen beschickt. Herr F. Sartorius in Göttingen hatte eine im Auftrage der K. Normal-Aichungs-Kommission ausgeführte 10 *kg* Waage ausgestellt, deren nähere Beschreibung einem späteren Hefte vorbehalten ist. — Von C. F. Betting in Kassel lagen zwei Analysenwaagen mit Vorrichtung zum Auflegen der Gewichte ohne Oeffnung des Kastens aus. Für jedes der aufzusetzenden Gewichte ist ein Knopf vorhanden, dessen Drehung das Abheben bezw. Niederlassen des Gewichtes bewirkt, während dasselbe durch Verschiebung des Knopfes in oder ausser den Bereich der Waage gebracht wird, an welcher für jedes Gewicht eine Plattform vorhanden ist. — Fr. Lux in Ludwigshafen hatte ein neues Modell seiner bekannten Gaswaagen zur Bestimmung des specifischen Gewichts und der Analyse von Gasen, hauptsächlich des Leuchtgases vorgeführt; (vgl. *diese Zeitschr. 1886 S. 255; 1888 S. 398*). Das neue Modell ist eine Kombination zweier älterer und vereinigt die Vorzüge beider; die Waage ist mit Stahlschneiden auf Achatpfannen gelagert und mit Arretirvorrichtung versehen. Die Wägung geschieht nach dem zusammengesetzten System der Gewichts- und Neigungswaagen; der grössere Theil der Gewichtsveränderungen (die ersten beiden Dezimalen) wird durch Reitergewichte bestimmt, während der Rest (die dritte Dezimale) durch die Neigung des Balkens selbst ermittelt wird, der zu diesem Zwecke eine Stahlspitze trägt und vor einer seitlichen Gradskale spielt. Ausserdem ist noch ein neues vereinfachtes Modell der Lux'schen Gaswaagen zu erwähnen, welches zu Demonstrationszwecken dient.

Elektrische Apparate für wissenschaftliche und praktische Zwecke waren in grosser Anzahl ausgestellt. R. Fuess in Berlin hatte mehrere der neuen nach Angaben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführte Widerstände vorgeführt, zwei Normalwiderstände von 1 *Ohm*, sowie ein Dekadenwiderstandskasten mit Dekadenwiderstandssätzen zu je 0,01 *Ohm*, zur Reihen- und Zweigschaltung eingerichtet; die Widerstandsbänder, welche von der genannten Reichsanstalt eingeführt worden sind, befinden sich in einem durch Wasser abkühlbaren Petroleumbade; es können Ströme bis zu 1000 *Ampère* durch den Kasten geschickt werden, ohne dass sich derselbe erheblich erwärmt. Dieselbe Firma hatte ferner ein Ampèremeter nach Dr. Feussner ausgestellt. Von einem geradlinigen stromdurchflossenen Kupferstreifen wird ein permanenter Magnet, kürzer als die Breite des Streifens, abgelenkt. Der Zeiger spielt längs einer Geraden, für die sich Proportionaltheilung ergiebt. — Normalwiderstände nach den Angaben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt waren auch von Wolff & Mager in Berlin eingesandt. — Von Hartmann & Braun in Bockenheim in Frankfurt a. M. lagen mehrere neue Instrumente aus. Das ausgestellte Kabelgalvanometer zeigte die Verwendung des Bruger'schen astatischen Magnetsystems, bestehend in zwei zur Drehungsaxe parallelen, unter einander entgegengesetzt gerichteten Magneten. Es ist bei demselben möglich, eine weit vollkommenere Astasie zu erreichen als bei der üblichen Anordnung, auch ergeben sich günstigere Verhältnisse in Bezug auf magnetisches Moment und Trägheitsmoment. Ein zweites, gleichfalls

aperiodisches und astatisches Galvanometer (getheilter Dämpfer, Braun'scher Astasirungsdoppelring) interessirte auch in Rücksicht auf die Einrichtung für die Weber'sche Methode der Spiegelablesung. Dauernde Verbindung der Ablesevorrichtung mit dem Instrument selbst bot ein kleines Spiegelgalvanometer, um dessen Axe drehbar Fernrohr mit Skale ausbalancirt angeordnet war. Dasselbe wurde in Verbindung mit einem Apparat zur Messung der Intensität magnetischer Felder nach Dr. Lenard vorgeführt, welcher auf der Widerstandsänderung von Wismuth im magnetischen Felde beruht (vgl. das vorletzte Heft *dieser Zeitschr. S. 360*). Das Metall befindet sich in Form einer flachen Spirale zwischen zwei Glimmerblättchen, so dass es möglich ist, das Instrument selbst in enge Zwischenräume, wie zwischen Polschuh und Anker einer Dynamomaschine, einzuführen. Bei dem neuen Ampèremeter in Dosenform beruht die Wirkung des Instrumentes wie beim Kohlrausch'schen Federgalvanometer auf der Anziehung eines weichen Eisenkerns vom stromdurchflossenen Solenoid. Die Anziehung des Kerns wird nicht direkt an einer geradlinigen Skale, sondern an einem Gradbogen abgelesen; hierzu dient die Uebertragung der Bewegung des Kerns vermittels Hebel auf eine Axe mit Zeiger. Das Solenoid besteht aus isolirtem Kupferdraht oder bei höheren Stromstärken aus einer ausgefrästen Kupferspirale von einem der Stromstärke entsprechenden Querschnitt. Der Kern ist aus weichem Eisenblech zusammengerollt, das, um je nach Bedarf an einer Stelle der Skale grössere Intervalle zu erhalten, mit einem zweckentsprechenden Einschnitt versehen ist; der Kern selbst ist aus diesem Grunde auf dem Draht, mit dem er am Hebel befestigt ist, verschiebbar und daran mittels eines Schräubchens zu befestigen. Das untere verlängerte Ende des den Kern tragenden Drahtes bewegt sich in einem das Solenoid unten abschliessenden durchlochten Plättchen und dient so zur sicheren, fast reibungslosen Führung des Kerns. Als Gegenkraft ist eine auf Torsion beanspruchte Feder im Gegensatz zu der früheren auf Verlängerung wirkenden Spiralfeder verwendet. Neben den Vorzügen der alten Form des Kohlrausch'schen Federgalvanometers besitzt diese Konstruktion als neue: die bedeutend verminderte Eisenmenge des Kerns und der geringe Widerstand des Solenoids, der den Stromverlust im Instrument auf ein Minimum herabdrückt. Das neue Voltmeter derselben Firma beruht auf dem nämlichen Prinzipe wie das Ampèremeter. Um eine sichere Einstellung in die Nulllage zu erzielen, ist der Eisenkern zwischen zwei Federn suspendirt; die obere, den Kern tragende Feder wird auf Längenausdehnung beansprucht, die untere ist auf der Axe befestigt und wird tordirt. Beide Federn wirken einander entgegen und halten, wenn das Solenoid stromlos ist, den Zeiger in der Nulllage. Der Kern ist aus weichem Eisenblech gerollt und mit einem Ausschnitt am unteren Ende versehen. Um eine seitliche Anziehung des Kerns und die damit verbundene Reibung an der Wand des Solenoids zu vermeiden, ist noch eine ganz schwache seitliche Feder am oberen Ende des Kerns befestigt, welche dem Kern eine reibungslose Führung giebt. Die Spule ist mit einer besonderen gemischten Wickelung versehen, welche die Angaben des Instruments unabhängig von der Temperatur des Solenoids macht und so eine stärkere Beanspruchung des Drahtquerschnitts durch den Strom zulässt. Hierdurch besitzt das Instrument eine erweiterte Anwendbarkeit, als bei anderen Konstruktionen erreichbar ist, und gestattet schnelle und sichere Einstellung. — Prof. Börnstein in Berlin hatte ein Modell seines Elektricitätszählers (*Wied. Ann. 34*) eingesandt. Der Strom durchfliesst ein Elektrodynamometer, dessen bewegliche Rolle dem Einfluss des Erdmagnetismus entzogen montirt wird. Als Gegenkraft wirkt ein Gewicht mittels Schnur- und Hebelübertragung in der Weise, dass die Tangente des Ausschlagswinkels der Stromstärke proportional ist. Die Integration geschieht mittels einer Art Planimeter. Da das Instrument auf einem dynamometrischen Princip beruht, ist es für Gleich- wie Wechselstrom verwendbar. — W. Siedentopf in Würzburg hatte die von Prof. Kohlrausch angegebenen magnetischen Instrumente ausgestellt, das Unifilarmagnetometer und das Lokalvariometer für die erdmagnetische Horizontalintensität, sowie ein von Prof. O. E. Meyer angegebenes Lokalvariometer für den gesammten Erdmagnetismus, das in der *Abtheilung für Instrumentenkunde* vorgeführt wurde und dessen Beschreibung demnächst in *Wied. Ann.* zu er-

warten ist. — Von O. Leuner in Dresden lag eine für Hand- und Motorenbetrieb eingerichtete Influenzmaschine, sowie eine Tangentenbussole mit Luftdämpfung zum Messen grosser Ablenkungswinkel aus. — Besonderes Interesse boten die von Dr. O. Frölich in Berlin ausgestellten Photographien von akustischen und elektrischen Schwingungskurven (*Elektrot. Ztschr. 1889*), die auf der einen Seite dem Elektriker ein überaus anschauliches Bild von dem Verlauf eines Wechselstromes geben und somit Aussicht auf ein für den Konstrukteur sehr werthvolles Untersuchungsmittel eröffnen, auf der andern Seite Zeugniss von der Genauigkeit der benutzten Apparate ablegen. — Die elektrisch-medizinischen Apparate boten in technischer Beziehung wenig Bemerkenswerthes. Es hatte eine grosse Zahl von Firmen, zum Theil in überaus reichen und eleganten Kollektionen ihre Erzeugnisse ausgestellt. Das Bestreben scheint hauptsächlich dahin gerichtet, den Apparaten eine möglichst handliche und gefällige Form zu geben und sie möglichst den mannigfachen Bedürfnissen des Arztes und Spezialisten anzupassen. Eine Würdigung kann daher nur von dieser Seite erfolgen. Eine erhöhte Aufmerksamkeit war den Quellen für starke Ströme zugewandt. Die Elsässer Elektricitätswerke (O. Schulze & Isenbeck in Strassburg i./E.) stellten Akkumulatorenbatterien in Transportkästen aus, die bei einer Raumbeanspruchung von 30 . 20 . 15 *ccm* eine Kapacität von 20 Ampèrestunden bei 20 *Volt* besassen und eine Stromentnahme bis zu 15 *Ampère* gestatteten. — Von C & E. Fein in Stuttgart waren zwei neue Apparate ausgestellt. Der grosse stationäre Apparat zur Verwendung galvanischer und faradischer Ströme für ärztliche Zwecke ist zum Gebrauch in grösseren Heilanstalten und für Spezialisten bestimmt; er ist mit allen für die genannten Zwecke nothwendigen Apparaten: Kurbelstromwähler, Rheostat, Stromwender, Induktionsapparat, Stromwechsler, Galvanometer u. s. w. versehen. Die einzelnen Theile sind auf Metallplatten montirt, um Veränderungen der gegenseitigen Lage derselben und die daraus entstehenden Störungen möglichst zu vermeiden; als Stromquellen dienen Braunsteincylinder-Elemente, welche in einer Anzahl von 60 Elementen in einem Batterieschranke vereinigt sind. Die dynamo-elektrische Maschine derselben Firma für galvanokaustische Zwecke, mit Rheostat und Ampèremeter, ist neuerdings für Handbetrieb und transportabel eingerichtet. — W. A. Hirschmann in Berlin hatte gleichfalls eine Anzahl neuer elektro-medizinischer Apparate und Hilfsapparate für dieselben vorgeführt; erwähnt sei ein Flüssigkeits-Rheostat für transportable Batterien (vgl. *Berliner klin. Wochenschrift 1889 No. 16*); derselbe ermöglicht, Widerstände zu erzielen, die allmälig von 200 bis 50000 *Ohm* ansteigen, was dadurch erzielt wird, dass der Querschnitt einer Flüssigkeitsmenge allmälig auf ein Minimum reduzirt werden kann. — Unter den von J. Brändli in Basel ausgestellten elektro-medizinischen Apparaten verdient besondere Erwähnung ein Induktionsapparat. Derselbe zeigt eine neue und eigenthümliche Unterbrechervorrichtung, bei welcher die Kontaktschraube in einem, zur Schwingungsebene der Feder senkrechten, drehbaren Stück ihr Muttergewinde hat. Bei verschiedenen Stellungen dieses Stückes wechselt die durch Funkenbildung gefährdete Kontaktstelle und verbürgt so eine längere Dauer des Platinkontaktes. Ausserdem gestattet die Einrichtung eine sehr schnelle und weitgehende Regulirung der Geschwindigkeit der Unterbrechungen. Auch für eine dauernd gesicherte Ueberleitung des Stromes zu dem zwischen Spitzen schwingenden Anker ist Sorge getragen. Das Schlitteninduktorium ist so angeordnet, dass in der Anfangsstellung, d. h. bei völlig eingeschobenem Schieber, der Strom am schwächsten ist. Die Armaturen sind im Kasten so angeordnet, dass derselbe nicht geschlossen werden kann, wenn nicht zuvor alle Theile in ordnungsmässigem Zustande sich befinden und namentlich die Elemente ausgeschaltet sind. — Die Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen hatte gleichfalls mehrfache Neuheiten auf elektro-medizinischem Gebiete ausgestellt; hervorgehoben sei ein nach Dr. de Watteville konstruirter Induktionsapparat, ein neuer transportabler Apparat für Galvanofaradisation, sowie ein neues Modell einer Leclanché-Batterie mit Doppelkurbelstromwähler, Vertikalgalvanometer und Stromwender. Bei den Galvanometern ist, um das Einstellen auf die Nulllage zu erleichtern, die Skale beweglich angeordnet, ein Verfahren, welches natürlich nur bei Proportionaltheilung statthaft ist. Bei den Tauchbatterien der-

selben Firma werden Platten und Gläser beiderseits gegen einander bewegt. Diese Einrichtung zeigen auch die Tauchbatterien von R. Blänsdorf Nachf. in Frankfurt a. M.; von dieser Firma waren vorzugsweise Apparate für galvanokaustische Zwecke vorgeführt, Unterbrechungs-Uhrwerk nach Onimus für faradischen und galvanischen Strom, mannigfache Modelle transportabler Batterien, sowie andere galvanokaustische Hilfsapparate. — Endlich verdienen noch Erwähnung die elektro-medizinischen Apparate von E. Pfeiffer in Heidelberg und W. R. Seifert in Dresden.

Physikalische und ophthalmologische Apparate waren nur vereinzelt ausgestellt. R. Hennig in Erlangen hatte ausser anderen älteren Apparaten einen Mikrogasregulirhahn mit Manometer gebracht, bei welchem der Gasdurchfluss durch eine Ventilschraube mit getheiltem Kopf regulirt wird, während die ganzen Umdrehungen an einer Bogenskale ablesbar sind. Ein Brenneraufsatz, welcher das Durchschlagen selbst ganz kleiner Flammen hindern soll, war durch einen über der konisch erweiterten Oeffnung befindlichen Platindrahtbügel hergestellt. Unter der Bezeichnung Flammenzeiger war eine Vorrichtung ausgestellt, welche der König'schen manometrischen Flamme nachgebildet ist; in die Flamme mündet unter einem Winkel von etwa 45 Grad ein Rohr mit kleiner Oeffnung, welches mit der zu prüfenden Tonquelle durch Schlauch in Verbindung steht. — P. Dörffel in Berlin hatte mehrere neuere Modifikationen von älteren ophthalmologischen Apparaten vorgeführt; erwähnt seien ein sehr bequem eingerichtetes, auch für Dunkelkammern verwendbares Schweigger'sches Handperimeter, ein Stirnspiegel, dessen Stirnbinde zugleich als Etui verwendet wird, ein nach Prof. Fränkel für die Verwendung von Sonnenlicht eingerichteter Spiegel für laryngoskopische Zwecke, ein leicht beweglicher Lupenständer, sowie ein Kehlkopfspiegel mit einer technisch interessanten Neuerung; der Silberbelag desselben ist aussen durch einen starken galvanischen Kupferüberzug geschützt. — Von E. Sydow in Berlin lagen gleichfalls verschiedene ophthalmologische Apparate aus, neue Modelle von Augenspiegeln und Refraktions-Ophthalmoskopen, ein Wolffberg'scher Apparat zur diagnostischen Farbensinnprüfung, sowie einige neuere Modelle laryngoskopischer Apparate.

Chemische Apparate waren durch die bekannten Firmen C. Gerhardt in Bonn, C. Desaga in Heidelberg und Fr. Müller (Dr. H. Geissler Nachf.) in Bonn in grosser Mannigfaltigkeit vertreten. Die von den beiden ersten Firmen nach Angaben von Prof. J. W. Brühl angefertigten Apparate sind bereits in den Verhandlungen der *Abtheilung für Instrumentenkunde* erwähnt. Interessant war die von C. Desaga eingerichtete Zusammenstellung Bunsen'scher Apparate, die ein interessantes Bild der reichen Thätigkeit des berühmten Gelehrten bot. Unter den Apparaten von C. Gerhardt seien mehrere Modelle der von Prof. L. Meyer angegebenen Trockenapparate hervorgehoben. Fr. Müller in Bonn hatte u. A. ein Wiborgh'sches Luftpyrometer, sowie mehrere Formen der von Pettersson angegebenen und von Sondén modificirten gasanalytischen Apparate ausgestellt; eine Beschreibung der neuesten Form dieser Apparate findet der Leser S. 472 dieses Heftes. — Dr. H. Rohrbeck's interessante Thermo- und Dampfspannungs-Regulatoren sind der *Abtheilung für Instrumentenkunde* vorgeführt worden und haben bei dem Berichte über die Verhandlungen derselben eingehende Würdigung gefunden. — M. Kähler & Martini in Berlin hatten einen von Dr. Knöfler konstruirten Apparat zur Bestimmung des Wassergehalts von Holzstoff, Cellulose, Seide und Kohle vorgeführt; bei demselben lässt sich die Wägung in jedem Momente machen, ohne dass die Substanz aus dem Apparate herausgenommen zu werden braucht, die Dauer der Trocknung ist ferner auf ein Minimum reduzirt und endlich lassen sich die Prozente der Trockensubstanz direkt ablesen.

Unter den zu speziellen Zwecken konstruirten Apparaten sei der von E. Albrecht in Tübingen ausgestellte sogenannte Universalkomparator erwähnt; derselbe soll den Abstand zweier beliebig im Raume gelegenen Punkte bestimmen; der Apparat ist für Entfernungen bis 300 *mm* berechnet; derselbe wird gegenwärtig einer Neukonstruktion unterzogen, wir müssen unsere Leser daher auf eine spätere Beschreibung desselben verweisen. — Die von Gebr. Ganter in Würzburg vorgeführte Selling'sche Rechenmaschine ist unseren Lesern

aus der Besprechung derselben in *dieser Zeitschr. 1888 S. 403, 443* bekannt. — H. Heele in Berlin hatte ein Exemplar der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt eingeführten Normal-Stimmgabeln (vgl. *diese Zeitschr. 1888 S. 261*) ausgelegt.

Schul- und Demonstrationsapparate waren nur durch wenige Firmen vertreten. F. Ernecke in Berlin hatte zahlreiche ältere und neuere Formen seiner Schulapparate ausgestellt. Erwähnt sei ein Kolbe'sches Elektroskop (*Ztschr. f. physik. u. chem. Unterricht 1.*). Die Goldblättchen früherer Elektroskope sind durch Streifen von Papier ersetzt, welche statt am Ende zu beiden Seiten des vom Knopf führenden Stabes und zwar in Oesen aufgehängt sind. Es wird hierdurch eine bei weitem höhere Empfindlichkeit erzielt, während durch Form und Farbe der Blättchen die Sichtbarkeit des Ausschlags gesteigert ist. — E. M. Schadewell in Dresden zeigte vortrefflich funktionirende Geisler'sche Röhren für Schulzwecke. — Der von Dr. J. Bergmann konstruirte und von H. Ploetz in Greifswald ausgestellte Apparat zur Darstellung einfacher Schwingungen ist unseren Lesern bekannt. (*Ztschr. f. d. physik. u. chem. Unterricht 1. S. 25, diese Zeitschr. 1888 S. 107.*)

Unter den Apparaten und Hilfsmitteln für die Werkstatt sei zunächst die von O. Wanke in Osnabrück ausgestellte Gewindeschneidekluppe erwähnt; dieselbe, bereits in *dieser Zeitschrift 1884 S. 244* beschrieben, bot durch die Verhandlungen des deutschen Mechanikertages über die Einführung einheitlicher Schraubengewinde besonderes Interesse. — Die Werkzeugfabrik von H. Hommel in Mainz hatte eine reiche Auswahl von Werkzeugen und Hilfsapparaten für die Werkstatt ausgestellt, was von vielen Mechanikern angenehm empfunden wurde; es wurde mehrfach hervorgehoben, dass es wünschenswerth sei, auf den Ausstellungen der Naturforscherversammlungen oder bei den Jahresversammlungen des Mechanikertages auch die Erzeugnisse der Werkzeugfabriken vertreten su sehen. — Ein für die Feinmechanik wie für die chemische Praxis und Forschung gleich bedeutsamer Industriezweig war durch die Ausstellungen der Platinschmelzen von Siewert und von Heräus, beide in Hanau, vertreten. Ersterer führte vornehmlich die gebräuchlicheren Laboratoriumsbedürfnisse vor. Heräus war ausser diesen durch einige grössere Stücke vertreten, die auf eine hohe Leistungsgsfähigkeit der Firma schliessen lassen. So sah man einen grossen Platinkessel zur Schwefelsäurekoncentration für kontinuirlichen Betrieb im Gewicht von etwa 17 *kg*. Einige komplicirtere Apparate für Kalorimetrie und Dampfdichtebestimmung waren in der üblichen Weise mit goldhaltiger Legirung gelöthet. Dem gegenüber bot ein nach neuem und eigenthümlichem Verfahren ohne ein fremdes Material aus reinem Platinblech hergestelltes Rohr besonderes Interesse dar. Für die Feinmechanik mit ihren so verschiedenartigen Anforderungen an die Eigenschaften der Materialien von hohem Interesse war eine Anzahl von Legirungen der Platingruppe, welche durch die grosse Varietät ihrer physikalischen Eigenschaften zeigten, dass sie für sehr verschiedene Zwecke geeignete Materialien darbieten, welche wohl in ihrer Mannigfaltigkeit noch nicht voll ausgenutzt sind. Die bekannteren sind Platin-Iridium- und Silber-Palladiumlegirungen, bei deren Bezug man bisher meist auf England angewiesen war. Die Firma Heräus sichert das weitgehendste sachgemässe Entgegenkommen bei Beschaffung von Materialien dieser Art, welche besonderen chemischen oder physikalischen Anforderungen genügen sollen und es seien die Herren Mechaniker hierauf ausdrücklich hingewiesen.

Aus dem vorstehenden kurzen Bericht werden unsere Leser ersehen haben, dass die Heidelberger Ausstellung ausser manchen vielen alten auch zahlreiche neue Instrumente und Apparate bot. Hoffentlich giebt auch die nächste Ausstellung von dem regen Vorwärtsstreben der deutschen Präzisionsmechanik Zeugniss.

Referate.

Normaler Gang und Störungen der erdmagnetischen Deklination.

Von H. Wild. *Mélanges physiques et chimiques. T. XIII. Livraison 1.*

Es ist bekannt, dass der tägliche Gang der erdmagnetischen Elemente an manchen Tagen bald langsam, bald plötzlich eintretende Abweichungen zeigt, die wir als Störungen bezeichnen. Wenn diese Störungen nach beiden Seiten mit gleicher Stärke und gleicher Häufigkeit auftreten würden, so könnten wir durch einfache Mittelbildung für einen Zeitraum ihren Einfluss auf das Endresultat vollkommen beseitigen, und erhielten den normalen Gang, wie er ohne Vorhandensein von solchen Störungen beobachtet werden müsste. Da aber im Vorhinein die oben gemachte Annahme nicht gestattet ist, wir vielmehr wissen, dass die Störungen auch eine tägliche Periode besitzen, so kann durch einfache Mittelbildung ihr Einfluss auf den täglichen Gang nicht eliminirt werden.

Es haben mehrere Forscher Methoden angegeben, um aus dem mittleren noch mit Störungen behafteten täglichen Gange den wahren normalen Gang herzustellen. Die bekannteste und auch am häufigsten angewandte Methode ist jene von Sabine, die darin besteht, dass man alle um einen gewissen Betrag vom mittleren Werthe abweichende Einzeldaten weglässt, aus den übrig gebliebenen einen neuen mittleren Gang rechnet und diese Operation so lange wiederholt, bis durch das Ausscheiden der noch abweichenden Werthe der neu berechnete Gang nicht mehr geändert wird.

Sowohl diese als auch die später vorgeschlagenen Methoden gestatten aber die Ableitung des normalen täglichen Ganges aus den gestörten nicht, weil nach denselben immer der tägliche Gang der Störungen das Resultat beeinflussen muss. Es war eine sehr glückliche Idee, welche Wild zu einer neuen Methode zur Ableitung des normalen Ganges der magnetischen Elemente führte[1]). Wenn es nämlich überhaupt einen normalen täglichen Gang giebt, der von den Störungen unabhängig ist, so muss derselbe wohl an manchen Tagen voll und rein zur Geltung kommen. Ob und wann solche Tage wirklich vorkommen, kann man aus den Aufzeichnungen eines Magnetographen entnehmen. Den an solchen magnetisch ruhigen Tagen auftretenden Gang betrachtet Wild als den Repräsentanten des normalen Ganges. Derselbe wird für irgend einen Zeitabschnitt (Monat, Jahr) dadurch erhalten, dass man die Mittel für jede Tagesstunde von den so gewählten Normaltagen bildet. Als Störungen betrachtet Wild alle Abweichungen von dem auf die angegebene Weise festgestellten normalen Gange. Dadurch ist zugleich eine bestimmte Definition der Störungen gegeben, welche es ermöglicht, Störungen an verschiedenen Orten unter einander zu vergleichen, was bei der Methode Sabine's wohl nicht möglich war. Die Störungen werden je nach ihrem Sinne als positiv oder negativ bezeichnet und können ihrer Grösse nach in Gruppen eingetheilt werden, um zu sehen, ob sie innerhalb dieser Gruppen ebenfalls Perioden zeigen.

Nach der hier skizzirten Methode hat P. A. Müller zunächst den normalen Gang und die Störungen der erdmagnetischen Elemente in Pawlowsk während der Periode der Polarexpeditionen (Aug. 1882 bis Aug. 1883) abgeleitet. In neuester Zeit hat derselbe die Methode auch auf die Magnetographen-Aufzeichnungen in St. Petersburg und Pawlowsk, die bis 1885 zusammen 14 Jahrgänge umfassen, angewendet; die Resultate dieser Arbeit werden im *Repertorium für Meteorologie XII. No. 8,* abgedruckt werden.

Wild ist bei näherer Betrachtung der beiden Arbeiten P. A. Müller's zu einigen Schlüssen gelangt, welche das Thema seiner citirten Abhandlung bilden, und nicht nur entscheidende Kriterien für seine Methode bilden, sondern auch in Verbindung mit den Ergebnissen der früheren magnetischen Messungen in Petersburg einen neuen Einblick in das Wesen des normalen Ganges und der Störungen eröffnen.

---

[1]) Mittheilungen der internat. Polar-Kommission, herausgegeben von der kais. Akad. der Wiss. zu St. Petersburg, unter Redaktion von H. Wild.

Im Mittel der 14 Jahre findet Müller für jedes Jahr 72 Normaltage; ihre Anzahl scheint zur Zeit der Fleckenmaxima kleiner, zu jener der Fleckenminima grösser zu sein. Die mittlere Zahl der Normaltage in jedem Monate ist 6, und im Sommer relativ grösser als im Winter.

Betrachtet man den für die einzelnen Jahre 1870 bis 1880 nach der früher angeführten Methode abgeleiteten normalen täglichen Gang, so sieht man zunächst das höchst wichtige Resultat entschieden hervortreten, dass derselbe in allen Jahren ein einfacher ist, und zwar mit einem Maximum zwischen 1^h und 2^h p. m., und einem Minimum zwischen 8^h und 9^h a. m. Die Amplitude der täglichen Bewegung ändert sich nach dem bekannten Gesetze parallel mit dem Sonnenfleckenstand.

Betrachtet man den aus allen Daten ohne Ausschluss der Störungen abgeleiteten täglichen Gang, so findet man das Hauptminimum zwischen 8^h und 9^h a. m., das Hauptmaximum zwischen 1^h und 2^h p. m., wie beim normalen Gang, ausserdem aber ein sekundäres Maximum um 3^h a. m. Dieser Gang ergiebt sich ganz übereinstimmend aus den Beobachtungen der Jahre 1841 bis 1862, wie auch aus der späteren dreizehnjährigen Reihe 1873 bis 1885. Der Hauptunterschied der beiderlei täglichen Gänge besteht also darin, dass bei dem sogenannten gestörten Gange ein zweites Minimum vor Mitternacht und ein zweites Maximum in den ersten Morgenstunden auftritt.

Folgende Zahlen stellen die Mittelwerthe für die beiden Beobachtungsreihen sowohl für den gestörten als auch für den normalen täglichen Gang dar.

Abweichungen vom Tagesmittel.

Stunde.	Gestörter Gang. 1841–1862.	Gestörter Gang. 1873–1885.	Normaler Gang. 1873–1885.	Stunde.	Gestörter Gang. 1841–1862.	Gestörter Gang. 1873–1885.	Normaler Gang. 1873–1885.
1^h a. m.	– 1,4′	– 1,3′	– 0,7′	1^h p. m.	4,9′	4,6′	4,3′
2	– 1,3	– 1,2	– 0,8	2	5,1	4,9	4,5
3	– 1,3	– 1,2	– 1,0	3	4,2	4,1	3,6
4	– 1,3	– 1,4	– 1,3	4	2,7	2,7	2,3
5	– 1,3	– 1,7	– 1,8	5	1,3	1,5	1,3
6	– 1,5	– 1,9	– 2,3	6	0,3	0,6	0,7
7	– 1,9	– 2,2	– 2,8	7	– 0,4	0,0	0,4
8	– 2,2	– 2,5	– 3,2	8	– 0,9	– 0,4	0,2
9	– 2,0	– 2,3	– 3,0	9	– 1,4	– 1,0	0,0
10	– 0,9	– 1,0	– 1,7	10	– 1,7	– 1,4	– 0,2
11	1,1	1,0	0,4	11	– 1,8	– 1,6	– 0,4
Mittag	3,3	3,1	2,7	Mittern.	– 1,6	– 1,5	– 0,6

Vergleicht man den mittleren täglichen Gang, wie er sich aus den Normaltagen ergiebt, mit jenem aus allen Daten erhaltenen, in den einzelnen Jahren, so tritt neben dem früher erwähnten Hauptunterschiede (Auftreten eines sekundären Maximums und Minimums beim gestörten Gang) noch ein anderer auf. Während nämlich der normale tägliche Gang in den auf einander folgenden Jahren sich nur durch die Grösse der Amplitude unterscheidet, treten beim gestörten Gange noch Formänderungen hinzu. Auf diese säkulare Formänderung hat bereits Mielberg[1]) hingewiesen, ohne jedoch das Wesen der Sache erkannt zu haben, da ihm der normale tägliche Gang unbekannt war. Da sowohl der normale als auch der gestörte Gang die früher erwähnte Ab- und Zunahme der Amplitude in den auf einander folgenden Jahren zeigt, so muss hieraus geschlossen werden, dass diese Erscheinung beiden gemeinschaftlich ist. Trennt man aber das Gemeinsame in der Amplitudenänderung durch Bildung von Differenzen zwischen dem gestörten und normalen Gange, so tritt die Formänderung des gestörten Ganges im Laufe der Zeit deutlich hervor. Diese Differenzen können

[1]) *Repertorium für Meteorologie 1874.* 4.

als Störungen des normalen Ganges angesehen werden. Bei Betrachtung der so erhaltenen Zahlen ersieht man auf den ersten Blick, dass sie eine einfache und in allen Jahren gleichartige Periode zeigen. Das Maximum der positiven tritt zwischen 8^h und 9^h a. m. ein, während das Maximum der negativen durchweg zwischen 10^h und 11^h p. m. fällt. Dieser Gang der störenden Kraft entspricht nach Wild vollkommen dem täglichen Gange des in Pawlowsk im Jahre 1882 bis 1883 beobachteten Erdstromes zwischen den Nord-Süd-Platten, der von Süd nach Nord ging und ein Maximum um 10^h p. m., ein Minimum aber zwischen 4^h und 5^h a. m. aufwies.

Aus der Interferenz dieser beiden periodischen Bewegungen mit ihren veränderlichen Amplituden entsteht der scheinbar so komplicirte tägliche Gang, wie er sich im Mittel aller Daten in den verschiedenen Jahren darstellt.

Der normale tägliche Gang der einzelnen Monate des Jahres erscheint weniger übereinstimmend, indem in den Wintermonaten November bis Februar auch die früher erwähnten sekundären Maxima und Minima auftreten, und das Hauptminimum von 9^h a. m. im Winter auf 7^h a. m. im Sommer vorrückt. Der normale Gang eines und desselben Monats in den verschiedenen Jahren variirt aber nur in der Amplitude konform der Zahl der Sonnenflecken.

Aus den vorstehenden Resultaten leitet Wild über die Ursachen der Deklinationsvariation folgende interessante Schlüsse ab.

„Die Verschiedenheit der beiderlei Perioden weist darauf hin, dass die Ursache des normalen täglichen Ganges eine andere sein muss als die der Störungen. Als nächste Ursache sowohl der unregelmässigen, als der periodisch wiederkehrenden Störungen der Deklination haben wir aber die Erdströme erkannt, folglich ist die normale Variation der Deklination nicht auf Erdströme zurückzuführen.“

„Aus der Thatsache aber, dass die Amplituden der beiderlei Perioden in analoger Weise vom Maximum der Sonnenflecken zu deren Minimum ab- und dann wieder zunehmen, folgt, dass die Ursache sowohl des normalen Ganges als der Störungen ihrem Effekte nach von der Energie der Processe auf der Sonne abhängen, sei es nun, dass sich diese als Wärme oder Licht oder Elektricität geltend machen.“

Da eine ähnliche Untersuchung über den täglichen Gang der Horizontal- und Vertikalintensität in Angriff genommen ist, so hoffen wir, in kurzer Zeit einen besseren Einblick in das Wesen der täglichen Aenderungen der erdmagnetischen Kraft erhalten zu können.

J. Liznar.

Ueber eine neue Methode zur Darstellung von Schwingungskurven.

Von O. Frölich. *Elektrotechn. Zeitschrift 1889.* ***10.*** *S. 345 und 369.*

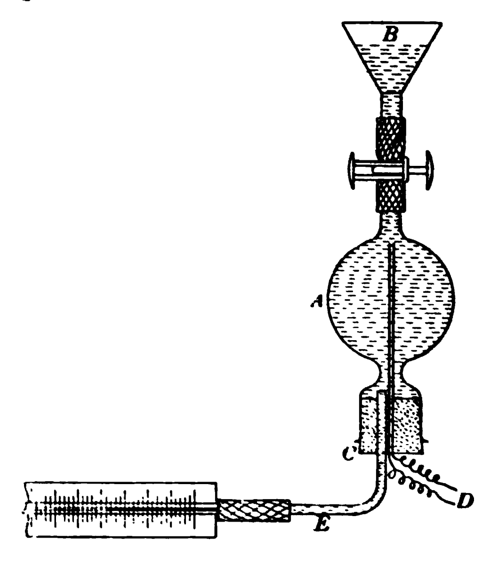
Um bei Wechselströmen die Form der Stromkurve und deren Phasenänderungen kennen zu lernen, lässt Frölich den Strom (bezw. einen Zweigstrom) durch ein Telephon gehen, auf dessen Membran in der Mitte ein Spiegel befestigt ist. Das mittels Linse auf diesem koncentrirte Licht einer Bogenlampe wird nach einem rotirenden Polygonalspiegel und von diesem nach einem Papierschirm reflektirt, auf dem während der Drehung des Polygonalspiegels das Lichtbild eine leuchtende Kurve beschreibt. Haben die Ebenen des Polygonalspiegels denselben Neigungswinkel zur Drehungsaxe und gleiche Neigungswinkel untereinander, so sieht man auf dem Schirm ein zusammenhängendes Kurvenbild, das stetig nach einer Seite hin wandert. Um stehende Bilder zu ermöglichen, müssen die Drehungsgeschwindigkeit des Spiegels und die Schnelligkeit der Schwingungen in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen; die stehende Kurve kann man leicht abzeichnen oder photographiren. Die in der Arbeit von Frölich wiedergegebenen und beschriebenen Kurven zeigen den Einfluss der Membran auf die vom Telephon wiedergegebenen Schwingungen, den Verlauf der Ströme im Induktionsapparat, den Verlauf von Polarisationsströmen, Stromkurven von Wechselstrommaschinen, die Wirkung der Selbstinduktion und die Wirkung der Hysteresis.

B.

Ein elektrolytisches Chronometer.

Von Prof. G. Parragh in Kecskemèt. (Mitgetheilt durch R. Somogyi in Budapest). *Zeitschr. f. den physik. und chem. Unterricht 1888. S. 77.*

Das kugelförmige Glasgefäss *A* (vgl. Fig.) ist oben durch einen Kautschukschlauch, der einen Quetschhahn trägt, mit einem Trichter *B* verbunden, unten durch einen paraffingetränkten Kork *C* verschlossen. Durch diesen ragen erstens zwei Platinleitungsdrähte *D*, zweitens ein knieförmig gebogenes Rohr *E* in *A* hinein, an welches sich eine Kapillare mit Millimeterskale von 0,75 *mm* innerer Weite und 1 *m* Länge anschliesst. In *A* befindet sich durch Indigo gefärbte verdünnte Schwefelsäure.



Vor dem Versuch bringt man durch Heben des Kapillarrohrs und Oeffnen des Quetschhahns den Flüssigkeitsfaden auf den Nullpunkt der Skale. Das Vorrücken des Fadens in Folge der Gasentwickelung, während ein Strom durch *A* geht, soll ein sehr genaues Zeitmaass für die Dauer des Stromes geben. Es werden einige einfache Beispiele der Verwendbarkeit des kleinen Apparates angeführt: 1. Versuche über den freien Fall. 2. Messung der Geschwindigkeit eines Geschosses. Die fallende Kugel oder das Geschoss schliessen beim Beginn ihrer Bahn den durch *A* gehenden Strom durch eine einfache Vorrichtung und öffnen ihn ähnlich am Ende ihrer Bahn. 3. Messung der Geschwindigkeit der Willensäusserung (persönliche Gleichung). In den Stromkreis sind zwei elektrische Taster eingeschaltet. Den einen hält die Versuchsperson nieder und lässt in dem Augenblick los, wo sie das Niederdrücken des zweiten Tasters durch eine zweite Person hört.

Bei von Professor Parragh ausgeführten Schiessversuchen, bei denen mit 30 Kohlen-Zink-Elementen gearbeitet wurde, entsprachen 5,52 *mm* der Skale 0,01 Zeitsekunden.

E. Br.

Linsenrefraktometer.

Von Piltschikoff. *Journ. de Phys. élément. 1889. 4. S. 193.*

Rayleigh macht einmal die Bemerkung, dass die Bestimmung des Brechungsexponenten und der Dispersion, vom rein optischen Gesichtspunkte aus, ebenso genau an Linsen aus dem zu untersuchenden Material ausgeführt werden könne, als an Prismen. Vom praktischen Standpunkte jedoch sind die letzteren natürlich vorzuziehen, weil sowohl ihre Herstellung, als die Bestimmung der Konstanten an ihnen viel leichter, bezw. genauer ist. Dieser Einwand fällt aber weg, wenn es sich nur um Flüssigkeiten handelt, weil diese ja in linsenförmige Gefässe von einer ein für alle Mal genau bestimmten Gestalt gebracht werden können. Es ist zwar auch nicht der mindeste Vortheil ersichtlich, den diese Abweichung von dem Ueblichen herbeiführt, aber ein solcher Apparat, wenn er sonst zweckmässig konstruirt ist, könnte immerhin ganz gute Dienste leisten.

Der Apparat von Piltschikoff, ausgeführt von Pellin-Duboscq, hat folgende Einrichtung: Ein gegen eine Natriumlampe gerichtetes Rohr enthält 1. eine Linse zur Koncentration der Strahlen auf ein Diaphragma mit mehreren feinen vertikalen Spalten; 2. einen Kollimator, welcher die von diesen Oeffnungen ausgehenden Strahlen parallel macht; 3. den linsenförmigen Behälter für die zu untersuchenden Flüssigkeiten, durch welchen die Strahlen wieder in Brennpunkte gesammelt werden und 4. eine Lupe, mit der dieses Bild der vorerwähnten Spalte betrachtet, bezw. eingestellt wird. Die Einstellung geschieht mit Zahn und Trieb und kann an einer Theilung mit Vernier auf 0,05 *mm* genau abgelesen werden.

Vor der Flüssigkeitslinse steht ein Diaphragma mit zwei symmetrisch zur Vertikalebene angebrachten Löchern, welche allein den bildformirenden Strahlen Durchgang verstatten. Wenn daher das Bild der leuchtenden Spalte nicht genau im Fokus, aber schon nahe demselben ist, so gewahrt man zwei in der Horizontalen gegen einander verschobene Bilder derselben. Dies bietet ein besonders empfindliches Mittel zur genauen Einstellung auf den Fokus. Aus dieser Einstellung kann der Brechungsexponent der vorliegenden Flüssigkeit durch naheliegende Rechnung gefunden werden. Die Konstanten des Apparats ermittelt man am besten durch die Messung zweier Flüssigkeiten von bekanntem Index.

Der Flüssigkeitsbehälter besteht bei Piltschikoff aus einer Planplatte und einem als Konvexlinse wirkenden Flintglasmeniskus (statt eines uhrglasförmigen; aus welchem Grunde, ist nicht angegeben). Diese Flüssigkeitslinse variirt in der Brennweite von 150 bis 250 *mm*, wenn die Brechungsexponenten von 1,3 zu 1,7 variiren; doch könnte man leicht die Verhältnisse so wählen, dass eine gleiche Variation der Brennweite auf eine viel kleinere Variation des Index käme und damit die Empfindlichkeit in dem betreffenden Intervall entsprechend grösser wäre. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen ist die Genauigkeit der Bestimmung angeblich 5 (oder 1?) Einheiten der vierten Dezimale des Index.

Dass sich der Apparat gerade zur Bestimmung der Temperaturvariation des Index besonders eigene, wie im Text angegeben, möchte ich, abgesehen von seiner für solche Zwecke doch viel zu geringen Empfindlichkeit schon aus dem Grunde bezweifeln, weil die Konstanten des Apparates, nämlich die Krümmungsradien der Flüssigkeitslinse, sich ja mit der Temperatur ebenfalls ändern und ihre Aenderung nur umständlich in Rechnung zu ziehen ist. Bei Anwendung von Prismen fällt dieser Uebelstand von selbst weg. Ein näheres Urtheil über die Zweckmässigkeit des ganzen Apparates lässt sich aus einer blossen Beschreibung desselben natürlich nicht gewinnen, zumal dieselbe an einigen Stellen sich selbst zu widersprechen scheint. Doch möchte ich von vorn herein bezweifeln, dass ein solcher Apparat irgend etwas vor den bekannten auf Totalreflexion gegründeten Refraktometern von Abbe, Kohlrausch, Pulfrich u. A. voraus habe. Ganz gewiss ist derselbe z. B. schwerer von der benutzten Flüssigkeit wieder zu reinigen als diese. *Cz.*

Eine Waage zur Bestimmung der Stärke magnetischer Felder.

Von Knut Angström. *Repert. d. Physik.* **25.** *S. 383.*

Verfasser beschreibt das Modell eines Apparates, welcher zur Messung der Stärke magnetischer Felder dienen soll. Die benutzte Methode ist eine Modifikation der von Stenger (*Wied. Ann. 1888.* **33.** *S. 312*) angegebenen; das gemeinsame Prinzip beider besteht darin, dass man das zu messende Feld auf eine Drahtspule wirken lässt, welche von einem Strom von bekannter Stärke durchflossen wird. Während nun Stenger die Ablenkung der bifilar aufgehängten Spule mittels Spiegelablesung beobachtet, wendet Angström eine Kompensation der Wirkung des Feldes auf die Spule durch Gewichte an. Die Einzelheiten der Konstruktion mögen aus dem Original ersehen werden. Der Strom wird der Spule durch feine Spiraldrähte zugeführt, deren Einfluss auf die Beweglichkeit der Waage namentlich bei der Messung von schwachen Feldern wohl kaum zu vernachlässigen ist; lässt man die Schneiden der Waage zum Zwecke der Stromzuführung sich in Quecksilbernäpfen drehen, wie der Verfasser auch statt der Spiraldrähte vorschlägt, so dürfte die Empfindlichkeit und Sicherheit der Einstellung wohl bedeutend beeinflusst werden. Zur Messung der Stromstärke benutzt Angström das Lippmann'sche Kapillarelektrometer, indem er die Spannungsdifferenz an einem bekannten Widerstand beobachtet. Diese Anordnung, welche sich auch in anderen Fällen zur Strommessung eignen dürfte, bietet bei magnetischen Messungen den grossen Vortheil, dass man den Gebrauch eines Galvanometers vermeidet, welches weit vom Magnet entfernt aufgestellt werden muss.

Die besprochene magnetische Waage dürfte bei guter konstruktiver Ausführung zu Messungen in starken und leicht zugänglichen homogenen Feldern mit Erfolg anzuwenden sein.

Lck.

Ueber das Ansteigen des Eispunktes bei Quecksilberthermometern aus Jenaer Normalglas.

Von F. Allihn. *Zeitschr. f. analyt. Chemie. 28. S. 435.*

Die Erfahrungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt über die Güte der Thermometer aus Jenaer Normalglas (vgl. *diese Zeitschr. 1888. 373. 409*) werden durch Versuche von F. Allihn bestätigt. Um ein Urtheil über die Güte des genannten Glases zu gewinnen, legte Allihn im März 1886 zwei, im August 1886 sieben, im September 1886 ein, und im Februar und Mai 1888 je ein Thermometer zur längeren Aufbewahrung nieder; es waren sämmtlich Thermometer aus dem Jenaer Glas No. XVI^{III}, mit Theilung in zehntel Graden. Bei sämmtlichen Instrumenten war einige Wochen nach der Anfertigung der Nullpunkt bestimmt worden und seitdem lagen dieselben ruhig in einem Kasten bis zum Februar 1889, wo die Lage des Eispunktes von Neuem festgestellt wurde. Die Ergebnisse dieser Bestimmungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Bezeichnung der Thermometer.	Erste Bestimmung des Eispunktes kurz nach der Anfertigung.			Zweite Bestimmung des Eispunkt. nach länger. Liegen.	Anstieg des Eispunktes.
Warmbrunn, Quilitz & Co.					
No. 106	0,00°	März	1886	+ 0,03°	+ 0,03°
„ 108	+ 0,01	„	„	+ 0,02	+ 0,01
„ 665	+ 0,01	August	„	+ 0,03	+ 0,02
„ 667	+ 0,02	„	„	+ 0,04	+ 0,02
„ 668	+ 0,02	„	„	+ 0,05	+ 0,03
„ 669	+ 0,03	„	„	+ 0,06	+ 0,03
„ 671	+ 0,05	„	„	+ 0,09	+ 0,04
„ 672	+ 0,05	„	„	+ 0,08	+ 0,03
„ 673	+ 0,03	„	„	+ 0,07	+ 0,04
„ 670	0,00	Sept.	„	+ 0,03	+ 0,03
„ 850	0,00	Febr.	1888	+ 0,03	+ 0,03
„ 853	0,00	Mai	„	+ 0,04	+ 0,04

Die Erhebung des Eispunktes betrug somit im Mittel nur 0,03°, auch bei den Thermometern, welche $2^1/_2$ bis 3 Jahre gelagert hatten. *W.*

Eine neue Rechenmaschine.

Von E. Felt. *Scient. Americ. 1888. 59. S. 265.*

An obiger Stelle werden kurze Mittheilungen über eine von E. Felt in Chicago erfundene Rechenmaschine gegeben, welche geeignet erscheinen, das Augenmerk der betheiligten Kreise auf diese Erfindung zu richten. Die mitgetheilte Beschreibung bezieht sich leider nur auf einige Aeusserlichkeiten der Maschine; auch ist als erläuternde Abbildung nur eine äussere Ansicht gegeben. Die Bedienung der Rechenmaschine erscheint aber derartig einfach, dass sie, falls sich ihr Mechanismus als sicher und dauerhaft erweisen sollte, wahrscheinlich mit der Zeit eine grosse Verbreitung finden dürfte, weshalb wir nicht unterlassen wollen, mit wenig Worten auf sie hinzuweisen.

Die Maschine ist in einem viereckigen flachen Kasten untergebracht, der auf seiner Oberseite 72 Tasten trägt, welche in 9 von rechts nach links laufenden und 8 von vorn nach hinten laufenden Reihen angeordnet sind. Nahe der Vorderseite der Maschine befinden sich 9 rechteckige Oeffnungen, unter denen die Rechnungs-Resultate erscheinen sollen.

In den erwähnten (von vorn nach hinten laufenden) 8 Reihen sind jedesmal die Zahlen von 1 bis 9 untergebracht. Die Zahlen der ersten Reihe (von links gerechnet) bedeuten die Einer, der zweiten die Zehner, der dritten die Hunderte u. s. w. Um irgend eine Operation auszuführen, soll es nur nöthig sein, die Tasten in gewisser Reihenfolge niederzudrücken, um alsbald das Resultat erscheinen zu sehen. Dabei soll die Maschine jede

beliebige Rechnungsoperation ausführen und wegen der Einfachheit ihrer Handhabung auch von Laien ohne weiteres bedient werden können.

Es wird angegeben, dass in der Registratur-Abtheilung der Schatzkammer der Vereinigten Staaten in Washington, wo eine solche Maschine sich im beständigen Gebrauch befindet, Versuche über die Genauigkeit der Wirkungsweise der Maschine, sowie über die Haltbarkeit ihres Mechanismus angestellt sind, und dass sich die Maschine in beiden Beziehungen als durchaus zuverlässig erwiesen habe.

Wir werden nicht verfehlen, sobald weitere Mittheilungen über die innere Einrichtung der Maschine in die Oeffentlichkeit dringen, darüber ausführlicher zu berichten.

Hartmann.

Apparate zur quantitativen chemischen Analyse.

Von G. Neumann. *Journ. f. praktische Chemie. N. F.* ***38.*** *S. 85.*

1. Neue Bürette für Gasanalysen. Dieselbe besteht aus zwei Messröhren und zwei Niveauröhren. Die letzteren sind unten zu Kugeln erweitert; die an die Kugeln angesetzten engeren Röhren werden durch Schläuche mit den zugehörigen Messröhren verbunden, welche zu diesem Zwecke am unteren Ende des kalibrirten Theiles seitliche unter 45° nach abwärts geneigte Ansatzröhren tragen. Im übrigen haben die Messröhren folgende Einrichtung: Die eine ist oben durch einen Dreiweghahn geschlossen, auf dem ein kugelförmiges Trichterchen aufgesetzt ist; nach abwärts schliesst sich an den Hahn eine Kugel von nahezu 100 *ccm* Inhalt. Diese geht in eine in zehntel Kubikcentimeter getheilte Röhre über; ihre Theilung beginnt mit dem Theilstrich 100 *ccm* (vom Dreiweghahn an gerechnet). Unten ist die Messröhre durch einen Hahn mit 5 *mm* weiter Bohrung geschlossen, an den sich noch ein kurzes Stück Rohr von der Weite der getheilten Röhre anschliesst. Die zweite Messröhre ist oben geschlossen, unten ausgezogen und in den Trichter des anderen Messrohres luftdicht einsetzbar; die Theilung beginnt am geschlossenen Ende. Die Röhre dient zur Aufnahme der zu messenden Gase, wenn ihr Volumen weniger als 100 *ccm* beträgt. Der Apparat ersetzt das vom Verfasser früher beschriebene Hydrometer und kann ausserdem als Bunte'sche Bürette, Azotometer oder Lunge'sches Nitrometer verwendet werden.

2. Bequeme Filtrirvorrichtung. Der zum Filtriren mit der Pumpe zu verwendende Trichter ist mit einem luftdicht eingeschliffenen tubulirten Deckel versehen. Durch die Oeffnung ist luftdicht ein Rohr eingesetzt, welches gegen die Trichterwand gerichtet und schwach spiralig gebogen ist. Ihr oberes Ende wird mit einer in die zu filtrirende Flüssigkeit tauchenden Röhre verbunden; die Flüssigkeit wird also selbthätig in den Trichter nachgesaugt.

3. Tropftrichter mit Dreiweghahn. Wenn gleichzeitig ein Tropftrichter und eine Gaszuleitungsröhre in einen Kolben eingesetzt werden sollen, so können beide durch einen Tropftrichter ersetzt werden, der statt des gewöhnlichen Hahnes einen Dreiweghahn und statt des Stöpsels eine eingeschliffene rechtwinklig gebogene Röhre besitzt. Das Seitenrohr des Dreiweghahnes und das eingeschliffene Rohr werden dann mittels eines T-Rohres mit dem Gasentwicklungsapparat verbunden.

4. Literflasche mit Aufsatz. Der Stöpsel ist durch einen eingeschliffenen Aufsatz, wie er bei der Drechsel'schen Waschflasche benutzt wird, ersetzt. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Katechismus der Physik. Von Dr. J. Kollert. Vierte Auflage. 419 Seiten mit 231 Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber. M. 4,00.

Die vorliegende neue Auflage ist nach Angabe des Verfassers eine vollständige Neubearbeitung des *Katechismus der Physik,* dessen drei frühere Auflagen von Prof. Dr. Gretschel verfasst waren. Zweck des Buches ist, Lesern, die sich einem umfassenderen

Studium der Physik nicht widmen können, die Hauptthatsachen und hauptsächlichen Lehren der Physik kurz vorzutragen. Der Stoff ist in sechs Abschnitten und zwar, was die Form betrifft, wie schon die Bezeichnung „Katechismus“ sagt, in Fragen und Antworten behandelt. Nur der letzte kurze Abschnitt (von der Wechselwirkung der physikalischen Kräfte) macht hiervon eine Ausnahme.

Der Inhalt ist ein sehr reicher, die Auswahl des Stoffs eine recht gelungene. Besonders ist anzuerkennen, dass der Verfasser bemüht war, die neueren Errungenschaften der physikalischen Wissenschaft möglichst zu berücksichtigen. Die Figuren sind mit wenigen Ausnahmen schematische Zeichnungen. Hier erscheint die Auswahl weniger gut. Gerade wichtige physikalische Apparate, wie das Spektrometer, das Galvanometer u. a. haben keine Figur erhalten, während sich z. B. beim Phonographen zwei verhältnissmässig grosse Abbildungen finden.

E. Br.

Chemiker-Kalender 1890. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. 11. Jahrgang. Berlin. Julius Springer. *M.* 3,00 bezw. 3,50.

Der neue, elfte Jahrgang des Chemiker-Kalenders schliesst sich seinen Vorgängern in dem Bestreben an, ein den Fortschritten der Wissenschaft folgendes Nachschlagebuch zu sein. Der Kalender sowohl, wie die physikalische und chemische Tabellen enthaltende Beilage weist demgemäss wieder mannigfache Nachträge und Zusätze auf und kann wie seine Vorgänger warm empfohlen werden.

The Electrician. Internationales elektrotechnisches Adressbuch. Achter Jahrg. London 1890. Mark 5,00.

Dieser Adresskalender erscheint im Januar nächsten Jahres im achten Jahrgange und soll eine möglichst vollständige Liste der auf dem Gebiete der Elektrotechnik thätigen Geschäfte und Personen aus allen Kulturstaaten enthalten. Interessenten wollen ihre Adressen an *The Electrician Office, London, Salisbury Court, Fleet-Street* einsenden

---

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 15. Oktober 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. O. Lummer sprach über Prüfung der Planparallelität von Glasplatten unter Vorführung des von Dr. S. Czapski in dieser Zeitschrift (*1885 S. 149*) beschriebenen Apparates.

Sitzung vom 5. November 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Foerster hielt den im Nachfolgenden kurz wiedergegebenen Vortrag über Urmaasse und Urgewichte:

Der Anlass, der mich bewogen hat, das heutige Thema zu wählen, ist unmittelbar gegeben in einem Vorgange, der in den letzten Wochen in Paris sich vollzogen hat und von sehr grosser geschichtlicher Bedeutung ist. Es hat nämlich in den Tagen vom 24. bis 28. September d. J. in Paris die erste General-Konferenz des internationalen Maass- und Gewichtsdienstes stattgefunden. Ueber diese internationale Organisation möchte ich Einiges sagen.

Im Jahre 1875 am 20. Mai war in Paris ein Vertrag geschlossen worden zwischen allen den Staaten, welche bis dahin das metrische System angenommen hatten, und einer Reihe von andern Staaten, welche die Absicht hatten, es baldmöglichst einzuführen oder welche insoweit ein Interesse an der Handhabung und Vervollkommnung des metrischen Systems hatten, als sie zugeben mussten, dass ihre Wissenschaft und Technik bereits in

grösserem Maassstabe das metrische System anwandte. Auch England, welches der Anwendung des metrischen Systems am fernsten stand und dessen Wissenschaft und Technik noch immer durch ihr Festhalten an ihrem alten System die volle Gleichartigkeit des Maass- und Gewichtswesens stört, ist, wenn auch erst spät, aber doch im Verlaufe von einigen Jahren dieser Vereinigung zur gemeinsamen Verwaltung der Grundlagen des metrischen Systems beigetreten in der Einsicht, dass dieses System, weil es von vielen Nationen angenommen ist, auch für die anderen Nationen von grosser Bedeutung sei.

Der Vertrag ging dahin, nicht bloss die bisherigen Prototype des metrischen Systems durch geeignetere zu ersetzen, sondern auch alle diejenigen Einrichtungen zu treffen, durch welche die Prototype wirklich zu festen und gleichzeitig ausstrahlenden, belebenden Mittelpunkten der Maasspraxis werden könnten. Die bis dahin geltenden Platin-Prototype, die in einer Zeit hergestellt waren, als das Platin gerade eine grosse Beliebtheit und einen besonderen Ruf als unveränderlich genoss, aber die Platintechnik noch ausserordentlich wenig ausgebildet war, waren aus ziemlich porösem Material hergestellt, so dass man es ausschloss, sie in Flüssigkeit zu tauchen, wodurch die Bestimmung der Ausdehnung des Platinmeters, sowie des Volumens des Platinkilogramms sehr erschwert wurde. Ihre Aufbewahrung in den französischen Archiven war eine noch unvollkommnere Einrichtung. Von irgend welchen Vorkehrungen, die Temperatur bei den Vergleichungen konstant zu erhalten, war gar keine Rede.

Diese Unvollkommenheiten der grundlegenden Einrichtuugen verursachten in der ersten Hälfte des Jahrhunderts einen sehr starken Widerstand gegen die weitere Einführung des metrischen Systems besonders auf Seiten der deutschen und englischen Fachmänner. Ende der zwanziger und Anfang der dreissiger Jahre dieses Jahrhunderts waren in Deutschland Bestrebungen im Gange, um die bestehenden Einheiten des Gewichts- und Maasssystems auf geeignetere Prototype zu begründen. Ihnen Allen sind die grossen Arbeiten Bessels bekannt, wie er einen Dreifussstab in Endmaass-Ausführung als Urmaass des preussischen Maasssystems festgestellt hat und wie er zweckmässige und förderliche Maassregeln für die Kopirung eingeführt hat. Der Bessel'sche Komparator, der gegenwärtig noch im Lokal der hiesigen Aichungs-Inspektion als historisches Dokument aufbewahrt wird, aber auch noch in Gebrauch ist, ist sein und unsers verehrten Th. Baumann's Werk. Leider war der Gesichtspunkt der wiederholten periodischen Vergleichung der Kopien mit dem Prototyp zur Sicherung des Gesammtzustandes damals noch nicht so allgemein anerkannt, dass den wissenschaftlichen Männern daran gelegen gewesen wäre, ein Lokal besonders dazu herzustellen. In Folge dessen ist das Kopiren des Dreifussstabes trotz der besten Handhabung etwas in den Hintergrund getreten.

In England war auch in letzterer Beziehung wenig geschehen, dagegen waren auch tüchtige und sinnreiche Einrichtungen für die Begründung eines Urmaasses des Yard getroffen; es war das Strichmaass dort bevorzugt worden.

Schliesslich sollte sich aber jener grosse Gedanke, der während der Zeit der französischen Revolution entstanden war, den 10 000 000. Theil des Erdquadranten als Urmaass, als Meter zu nehmen und zugleich die dezimale Eintheilung konsequent durchzuführen, siegreich erweisen. Man war in der Kritik dieses Gedankens bei uns zu weit gegangen, man glaubte, ein gutes Urmaass sei besser als der Anschluss an Gradmessungen, die wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler immer nur Annäherungen blieben. Die grosse praktische Bedeutung der von Männern wie La Grange, Lavoisier, Delambre sehr konsequent durchdachten Maassregel war aber mächtiger, als man anderwärts glaubte. Die praktische Bedeutung der dezimalen Beziehung des Meters zum Erdquadranten hängt innig zusammen mit der Dezimaltheilung des Quadranten. Erst wenn man das in Betracht zieht, wird der Grundgedanke des Meters wahrhaft fruchtbar. Gerade in der sogenannten praktischen Geodäsie hat es eine sehr grosse Bedeutung, wenn das Verhältniss von Winkeleinheit zu Maasseinheit ein einfaches ist, wenn die Bogensekunde nicht 31 *m*, sondern wenn die dezimale Bogensekunde gerade 10 *m* ist mit einer Annäherung bis auf

$^{1}/_{5000}$, die für zahllose praktische Fälle ausreicht. Der Einwurf, dass das Verhältniss in Folge der verschiedenen Krümmung der Erde an verschiedenen Stellen ein sehr variables sei, trifft ebenso auf die für die Schiffsrechnung so wichtige einfache Beziehung zwischen Sexagesimalsekunde und Seemeile = 1852 *m* ein; es handelt sich eben in allen diesen Fällen nur um einen praktisch brauchbaren angenäherten Mittelwerth. Beim Liter und Kubikdezimeter ist auch keine strenge Identität erreicht, sie ist nur bis auf etwa $^{1}/_{10,000}$ erfüllt und dennoch von grösstem praktischen Nutzen. — Jener Widerstand gegen das metrische System hat sich weit über Bessel's Zeit hinaus ausgedehnt. Als in den sechziger Jahren der Norddeutsche Bund das metrische System einführte, haben die Schüler Bessel's, ferner die Vertreter der Bautechnik noch lebhaft dagegen angekämpft, erstere lediglich aus dem Gesichtspunkte, weil die Prototype schlecht wären und weil das System mehr versprochen hätte, als es gehalten.

Um diesen Einwänden gerecht zu werden, entschloss man sich, die Sachen nicht mehr ausschliesslich in französischen Händen zu belassen, sondern sie in gemeinsame Obhut zu nehmen, mit gemeinsamen Kräften das Beste herzustellen und dann fortwährend zu beaufsichtigen, auch dauernde Einrichtungen zur Kopirung zu schaffen und vertragsmässig die periodische Vergleichung aller feineren Kopien mit dem Urmaass zu sichern. Das hat der sogenannte Metervertrag vom Jahre 1875 festgestellt. Es wurde zunächst ein Institut mit einem Kapital von 7 bis 800000 Franks eingerichtet; den Bauplatz gab die französische Regierung. Vom Jahre 1877 bis 1888, also 11 bis 12 Jahre lang, ist an der Herstellung der Prototype und gleichzeitig an der Herstellung und Vergleichung von 30 Kopien des Urmeters und 40 Kopien des Urgewichtes gearbeitet worden. Gleichzeitig sollte nun dieses internationale Bureau damit betraut werden, alle feineren Untersuchungen auf dem Gebiete des Maass- und Gewichtswesens, die gemeinsames Interesse für die Kulturstaaten hätten, auszuführen, das Zentrum für allgemeine Festsetzungen innerhalb des internationalen Maass- und Gewichtsdienstes zu bilden, in jeder Weise das Personal auszubilden und zu erhalten, um der dauernden Vergleichung der Kopien mit den Prototypen zu dienen und um die periodischen Vergleichungen unter denselben Bedingungen zu sichern, als die ersten Vergleichungen. Das ist im Allgemeinen gelungen, und es war im vorigen Jahre soweit vorbereitet, dass das internationale Maass- und Gewichtskomitee daran gehen konnte, die erste General-Konferenz für den Herbst 1889 zusammenzuberufen, damit nun dort die neuen Prototype als internationale letzte Instanzen des internationalen Maasses und Gewichtes sanktionirt, die kleinen Abweichungen, die zwischen den Kopien und Originalen verblieben, bestätigt und vorschriftlich als Grundlagen der Reduktion auf die gemeinsamen Einheiten festgesetzt würden.

Ueber die innere Organisation dieser internationalen Vereinigung sei noch Einiges bemerkt. Nach dem Vertrage ist das Komitee nicht in Paris domicilirt, sondern besteht aus Männern der verschiedensten Nationalitäten. Ferner ist ein festes Personal herangebildet, das unter der Oberleitung des jedes Jahr im internationalen Institut zur Berathung zusammentretenden Komitees steht. Sämmtliche betheiligte Staaten zahlen jährliche Beiträge, die jährlich eine Summe von etwa 100 000 Francs ausmachen, womit man im Allgemeinen ausgekommen ist. Bisher hat die Organisation sehr gut gearbeitet Dank der grossen Energie des Präsidenten und des Sekretärs des Komitees, nämlich der Herren General Ibañez in Madrid und Prof. Hirsch in Neuchâtel. Die Beitragsziffer der einzelnen Staaten richtet sich nach der Bevölkerungszahl. Etwa dreihundert Millionen beträgt die Einwohnerzahl der sämmtlichen betheiligten Staaten; es wird nun nach Festsetzung des ordentlichen und ausserordentlichen Budgets berechnet, wie viel auf jede Million Menschen kommt. Dann wird aber noch ein Faktor angebracht, indem die Einwohnerzahlen der Staaten, die das metrische System obligatorisch haben, mit 3, die es fakultativ haben, mit 2 multiplicirt werden. Ohne jeden Vergrösserungsfaktor wird der Beitrag derjenigen Staaten berechnet, welche bloss aus allgemeinem wissenschaftlichen Interesse beigetreten sind, ohne das metrische System irgendwie eingeführt zu haben. Deutschland zahlt die höchste Ziffer: 15 000

Franks. Im Ganzen sind auf diese Weise etwas mehr als 2 Millionen Franks — die ersten Einrichtungskosten mit eingerechnet — in den 15 Jahren des Bestehens dieser internationalen Vereinigung zusammengekommen. Bedenkt man, dass also auf jeden der Staaten durchschnittlich 100 000 Franks kommen, so muss man sagen, dass, hätten die Staaten jeder für sich arbeiten wollen, mindestens das zehnfache Geld nöthig gewesen wäre, und dann hätten erst noch nachher alle möglichen Kombinationen von Vergleichungen gemacht werden müssen, sodass wohl mehrere Jahrzehnte vergangen wären, ehe ein annähernd gleiches Resultat erreicht wäre.

In diesem Herbst also ist die erste allgemeine Konferenz zusammengetreten und hat, was in den 12 Jahren geschehen ist, genehmigt. Die Konferenz hat also die neue internationale Längeneinheit und die neue internationale Maasseneinheit durch je ein Prototyp feierlich festgesetzt.

Diese beiden Prototype sind in der zweiten Sitzung in aller Form in dem Keller des internationalen Bureaus niedergelegt worden. Die französischen Prototype, mit denen übrigens die neuen internationalen Prototype innerhalb unmerklich kleiner Unterschiede übereinstimmen, sind hiernach ausser Geltung gesetzt. Indess hat der Direktor der französischen Archive einen der drei Schlüssel in Gewahrsam, mit denen nur der Schrank, wo die Prototype jetzt geborgen sind, geöffnet werden kann. Nach den Bestimmungen des Vertrages haben ausserdem der Präsident des Komitees und der Direktor des internationalen Bureaus je einen Schlüssel. Es wird nur in Gegenwart von zwei Komiteemitgliedern geöffnet. Früher war eine Vergleichung mit dem *mètre des archives* sehr umständlich, nur auf dem sehr langsamen diplomatischen Wege erreichbar. Jetzt können die zu vergleichenden Maasse und Gewichte direkt nach dem internationalen Institut geschickt werden; die Vergleichungen werden dort von wissenschaftlichen Männern ausgeführt, die darauf eingearbeitet sind.

Das ist der Zustand, in dem der internationale Maass- und Gewichtsdienst zur Zeit sich befindet. Es ist eine letzte Instanz vorhanden und die Kopieen sind gut verglichen; letztere bilden wieder die vermittelnden Instanzen für die einzelnen Länder. Wissenschaftliche Instanz ist nur das internationale Prototyp. Juridisch-administrative Instanz ist innerhalb des deutschen Reiches für Streitfälle in Maass- und Gewichtssachen die Kopie des bezüglichen internationalen Prototyps, die von der Normalaichungs-Kommission gehandhabt wird.

Noch einige Worte in Betreff der Einrichtungen der Prototype und über die Herstellung von Normalmetern. Das neue Prototyp ist Strichmaass; das frühere war Endmaass. Man hat lange über den Vorzug beider Prinzipe gestritten und die Sache ist vielleicht noch nicht vollkommen erschöpfend behandelt. Es ist zuzugeben, dass ein Endmaass aus geeignetem Material, welches bei der Berührung keine Veränderung erfährt, vor einem Strichmaass, dessen Anwendung auf optischen Messungen beruht, viele Vorzüge hat, denn diese letzteren Messungen leiden an manchen Unsicherheiten, die man allerdings meistens einschränken kann; wir sind aber beinahe an der Grenze angekommen, weit über 0,2 bis 0,1 μ hinaus werden wir wohl nicht kommen. Aber die Vergleichungen durch Berührung haben viel grössere, nicht zu überwältigende Ungenauigkeiten als unter günstigen Verhältnissen ausgeführte Messungen von optischen Bildern. Bei der Prüfung von Sphärometern hat sich herausgestellt, dass die Fehlergrenzen bei Methoden der Berührung das fünf- bis sechsfache betragen, wie die bei den feinsten optischen Vergleichungen. Die allerkleinsten Unreinheiten, die allerdünnsten Luftschichten bewirken, dass man die feinste Berührung doch nicht erreicht, ohne dass das genügend zu ergründen wäre. Die Bewegung der Lufttheilchen ist unter gewissen Umständen sehr erschwert. Wenn man im geschlossenem Meridianzimmer der hiesigen Sternwarte Fernrohr auf Fernrohr einstellt, da genügt es, dass der Beobachter kurze Zeit die Hand in den Weg der Lichtstrahlen hält, um stundenlang Veränderungen von starken Bruchtheilen der Bogensekunde in der Pointirung hervorzurufen.

Das neue in Strichmaass ausgeführte Prototyp und seine ganz entsprechend aus-

geführten Kopien sind bekanntlich aus einer Legirung von 90 % Platin und 10 % Iridium hergestellt. Jahrelange Arbeiten der bedeutendsten Chemiker haben endlich zu einer reinen, fast vollkommen eisenfreien Herstellung dieser Stäbe geführt. Die Querschnittsform derselben ist bekanntlich die eines X. Die Striche befinden sich in der durch die Schwerpunkte der Querschnitte parallel zur Grundfläche gelegten, sogenannten neutralen Ebene. Die Durchbiegungswirkungen in dieser Ebene sind verschwindend klein. Dies ist der äusserst günstigen Querschnittsform und dem vorzüglichen Material zuzuschreiben.

In Betracht der nunmehr erreichten guten Lösung der Prototypfrage ist es jetzt an der Zeit, dass auch die Herstellung von Normalmetern einen Fortschritt macht. Gute Normalmeter dürfen ihre End- und Theilstriche nicht anders, als in der neutralen Schicht haben. Thun sie das nicht, so können Sie sicher sein, dass in extremen Fällen Unterschiede von mehreren Hunderteln des Millimeter gefunden werden, während Sie jetzt beim Messingmeter mit Silbertheilung das Tausendstel des Millimeter sicher erhalten können. Es wird für die weniger genauen Meter auch noch reichliche Verwendung übrig bleiben, also Normalmeter nach dem bisherigen System, die eine Genauigkeit von einigen Hunderteln des Millimeters haben, werden auch immer noch in der alten Form Verwendung finden. Aber Sie können Sich nur Dank und Anerkennung erwerben und von Reklamationen frei halten, wenn Sie Meter mit Strichtheilung in der neutralen Schicht in einer guten Trogform — die X-Form ist für die gewöhnliche Praxis etwas zu komplicirt — oder in der H-Form ausführen.

In kürzester Frist wird die Kopie der neuen internationalen Längeneinheit und Gewichtseinheit hier in den Räumen der Normalaichungs-Kommission sein. Es sei hier noch erwähnt, dass seiner Zeit der Anschluss unseres Strichmeters an die Kopie des französischen Endmaasses mit Kontaktcylindern ausgeführt ist, ohne dass die Mängel der Parallelführung der letzteren berücksichtigt worden sind. In Folge dessen ist unser Strichmaass um etwa 0,02 *mm* fehlerhaft erhalten worden. Aus ähnlichen Gründen sind Strichmaasse, die mit dem *mètre des archives* verglichen wurden, früherhin meistens bis zu 0,08 *mm* fehlerhaft bestimmt worden. Seit mehr als sechs Jahren ist indess von der Kommission schon bis auf einige tausendstel Millimeter genaues Strichmaass ausgegeben worden. Jene Vorkommnisse sind natürlich jetzt, dadurch dass man ein gemeinsames Strichmaass hat und nicht mehr den Uebergang auf ein anderes System zu machen braucht, ausgeschlossen.

Für die gesammte Präzisionsmechanik wird der jetzt erreichte Zustand von der grössten Bedeutung sein. Selbständige Arbeiten werden auch ferner überall ausgeführt werden und die Centralisirung der letzten Instanz im internationalen Bureau zu Breteuil wird keineswegs den Fortgang der wissenschaftlichen und technischen Arbeit in den einzelnen Ländern irgendwie gefährden, sondern denselben nur zu fördern geeignet sein.

Die Versammlung trat nach Beendigung des vorstehenden interessanten Vortrages in eine Besprechung über die gelegentlich des internationalen Aerzte-Kongresses im August 1890 in Berlin stattfindende internationale medizinisch-wissenschaftliche Ausstellung. Der in dieser Angelegenheit in Uebereinstimmung mit dem Vorstande des deutschen Mechanikertages gefasste Beschluss ist bereits im vorigen Hefte dieser Zeitschrift (*S. 435*) mitgetheilt worden.

Sitzung vom 19. November 1889. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. H. Rohrbeck sprach über Verschiedenheit der Angaben von Manometern bei gesättigtem und bei überhitztem Dampf. (Vgl. hierüber *diese Zeitschr. 1889. S. 357.*)

Herr J. Färber theilt ein Verfahren mit, die Verbindung der Drehbankschnur so herzustellen, dass weder Haken noch Schloss nöthig ist.

Es werden sodann die Wahlen der Decharge-Kommission, sowie der Wahlvorbereitungs-Kommission vorgenommen; in die erstere werden gewählt die Herren Grimm und Sickert, in die letztere die Herren Bartling, Grimm, Kavel, Oeltjen und Wahl.

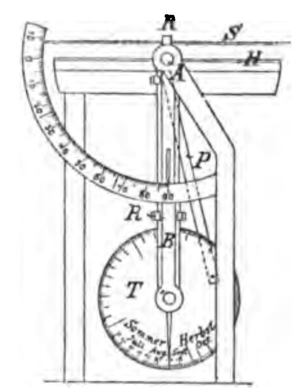
Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Die bekannte Mechanikerfirma Hildebrand & Schramm (früher August Lingke & Co.) in Freiberg i./S. ist in den alleinigen Besitz des Herrn Max Hildebrand übergegangen. Die neue Firma heisst: Max Hildebrand (früher August Lingke & Co.)

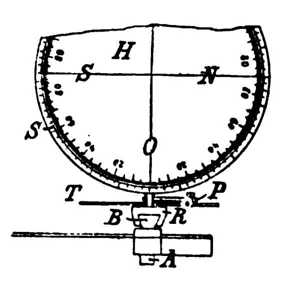
Patentschau.

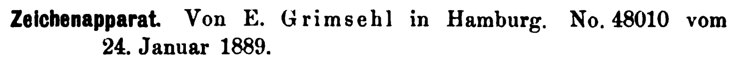
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Sonnenlaufzeiger. Von A. Verbeek in Dresden. No. 48008 vom 10. Januar 1889.



Der Sonnenlaufzeiger veranschaulicht die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne zu den verschiedenen Jahreszeiten an den verschiedenen Orten der Erde und besteht im Wesentlichen aus dem den Sonnenweg darstellenden Ring *S*, welcher einerseits um die Axe *A* wendbar, andrerseits quer zu dieser Axe verschiebbar ist, und einer den Horizont bedeutenden, feststehenden Scheibe *H*. Um die Verschiebung des Ringes *S* auszuführen, wird die Scheibe *T* gedreht, welche durch die Gelenkstange *P* mit dem Schieber *R* verbunden ist, der den Ring *S* trägt. Die Scheibe *T* ist an dem Arm *B* der Axe *A* befestigt, der zugleich die Führung für *R* bildet. Durch Bewegung des Armes *B* wird der Sonnenlaufzeiger auf den jeweiligen Breitengrad, durch Drehung der Scheibe auf den jeweiligen Tag eingestellt, für welchen der Lauf der Sonne veranschaulicht werden soll. Die Figur stellt den Sonnenlauf für den Nordpol am 1. September dar.





Zeichenapparat. Von E. Grimsehl in Hamburg. No. 48010 vom 24. Januar 1889.

Der Zeichenapparat dient zum Zeichnen irgend welcher Gegenstände, entweder mit oder ohne gleichzeitige Anwendung von Lupe, Mikroskop oder Fernrohr, sowie zum Kopiren von Zeichnungen in kongruenter oder in spiegelbildlicher Lage. Der Apparat Fig. 1 besteht aus einem Gestell, an welchem durch einen verschiebbaren und drehbaren Arm ein Querarm *B* angebracht ist. Dieser endigt in zwei Hülsen *a* und *b*, die einander parallel sind, und in welchen drehbar befestigt sind: 1. eine planparallele gefärbte Glasplatte *G* und 2. ein Planspiegel *S*. Die gefärbte Glasplatte lässt einen Theil des auf sie fallenden Lichtes durch und reflektirt den übrigen Theil. Die Farbe der Platte ist so gewählt, dass das unmittelbar gesehene und das reflektirte Bild dieselbe Helligkeit haben.

Fig. 2 und 3 zeigen die Anwendung zum Zeichnen von natürlichen Gegenständen und zum Kopiren von Zeichnungen in kongruenter Lage, und zwar Fig. 2 für den Fall, dass der Gegenstand horizontal, Fig. 3 für den, dass der Gegenstand vertikal liegt.

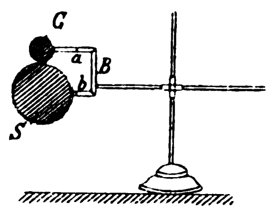


Fig. 1.

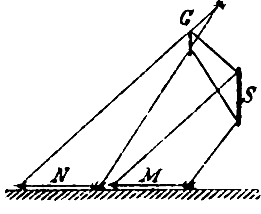


Fig. 2.

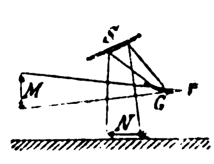


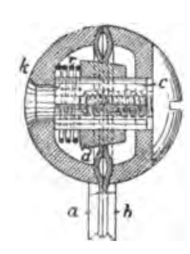
Fig. 3.

In Fig. 2 bildet sowohl Glasplatte *G*, als auch Spiegel *S* mit der Zeichenebene einen Winkel von 90°. Das Auge sieht den Theil *N* der Zeichenfläche direkt und durch Reflexion in *G* und nochmalige Reflexion in *S* den Gegenstand oder die Zeichnung *M*. Es erscheint in *N* ein virtuelles, kongruentes Bild des in *M* befindlichen Gegenstandes, welches mit dem Zeichenstift nachzuziehen ist.

In Fig. 3 bildet die Glasplatte G mit der Zeichenfläche einen Winkel von $22^1/_2{}^\circ$, der Spiegel S mit der Zeichenfläche ebenfalls einen Winkel von $22^1/_2{}^\circ$ und mit der Glasplatte einen Winkel von 45°. Das Auge sieht den Gegenstand M direkt, und durch zweimalige Reflexion, einmal in G, einmal in S, den Theil N der Zeichenfläche. Auch hier erscheint demnach ein virtuelles, kongruentes Bild von M in N.

Messrädchen für Karten. Von L. Sailer in München. No. 48261 vom 10. Februar 1889.

Dieses Messrädchen besteht aus einer in einer stiftartigen Hülse gelagerten Schraube b, die am Kopfe das eigentliche Messrädchen c trägt und eine in einem Schlitz der Hülse geführte Mutter d bewegt. Letztere zeigt an einer neben dem Schlitz angebrachten Theilung die Umdrehungen des Rädchens bezw. die gemessenen Längeneinheiten an, deren Bruchtheile mittels einer auf der Schraubenwelle angebrachten Messtrommel c bestimmt werden.

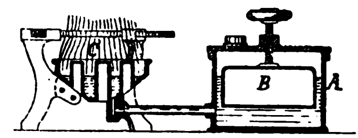


Senkblei. Von H. Holden in East Orange, Essex County, New-Jersey, V. St. A. No. 48262 vom 26. Februar 1889.

Berührt das Senkblei den Meeresgrund, so schiebt sich die Hülse d nach oben, wodurch der Grund mit dem Talg b in Berührung kommt. Beim Heraufziehen des Senkbleies fällt die Hülse herunter und schützt den anhaftenden Grund vor dem Abspülen.

Spirituskocher. Von W. Klipphann in Dresden. No. 48118 vom 7. Oktober 1888.

Der Spiritusbrenner C ist mit konischem Boden versehen und wird von einem Reservoir A unter Einwirkung einer Taucherglocke B gespeist. Durch Heben oder Senken der letzteren lässt sich dabei die Flamme momentan verkleinern bezw. vergrössern, indem die Glocke das Brennmaterial zurücksaugt oder herausdrückt.



Zirkelkopf. Von C. W. Motz & Co. in Berlin. No. 48264 vom 6. März 1889.

Der Stützbolzen c ist mit dem darauf verschiebbaren konischen und aufgeschnittenen federnden Lagerstück d versehen, auf welchem sich die Zirkelschenkel a und b drehen. Um den todten Gang an den Drehflächen der letzteren zu vermeiden, ist zwischen Kopfstück k und Lagerstück d die Druckfeder r angeordnet.

Vorrichtung zur Darstellung der scheinbaren Bewegung der Sonne für alle Jahreszeiten und für alle Breitengrade. Von A. Heinz in Brünn, Oesterreich. No. 47009 vom 26. September 1888.

Innerhalb der in Fig. 2 für sich dargestellten Himmelskugel, welche mit der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung vereinigt und um die Zapfen z derselben drehbar gedacht werden muss, ist der Sechsuhrmeridian m als Träger einer Horizontscheibe b angebracht, die, pendelnd aufgehängt, sich stets selbthätig waagrecht einstellt, wenn der mit m ein Stück bildende Zwölfuhrmeridian M in seinem Halter rv verstellt wird. Der mit der Himmelskugel fest verbundene Ekliptikreif E trägt eine auf ihm verschiebbare, nicht gezeichnete Sonnenscheibe.

Indem man die Himmelskugel zwischen den beiden Meridianen M und m dreht, kann man die Sonnenscheibe ihren Tagkreis über der Horizontscheibe vollführen lassen.

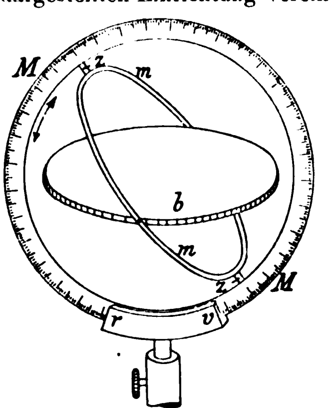


Fig. 1.

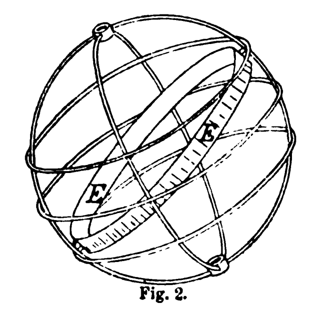
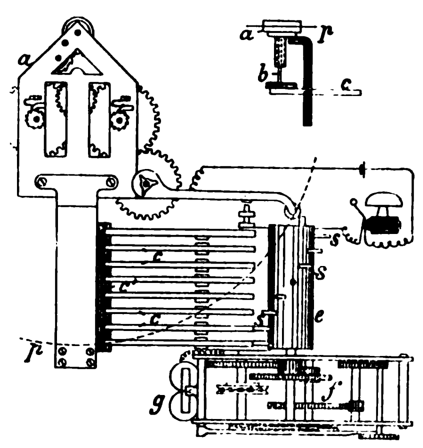


Fig. 2.

Elektrische Wächterkontroluhr. Von G. B. Fessenden in Boston. V. St. A. No. 47326 vom 1. Mai 1888.



Um einen elektrischen Strom behufs Erzielung einer Markirung auf der Markirscheibe *p* schliessen zu können, ist der Wächter gezwungen, sich zur Station zu begeben, da in jeder der Zweigleitungen der Stromkreise der zur Zeichengebung erforderliche Strom durch einen an jeder der Stationen befindlichen magnetelektrischen Stromerzeuger erregt wird. Der Registrirapparat besteht aus dem bekannten Uhrwerk *a* zum Drehen der punktirt angedeuteten Markirscheibe *p* und einer Anzahl von Stiften *b*, welche mittels der den verschiedenen Stationen entsprechenden Hebel *c* durch das Papier gedrückt werden. Bethätigt werden letztere durch die schraubenförmig im Umfange der Trommel *e* sitzenden Stifte *s*. Die Drehung der Trommel *e* erfolgt durch ein Uhrwerk *f* und die Auslösung des letzteren durch den Anker des Elektromagneten *g*.

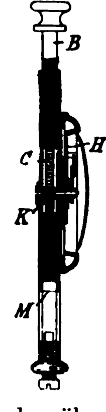
Einrichtung zum Befestigen von Brillen an Kopfbedeckungen. Von W. H. Brownlow in Ontario, Canada und J. S. Warner in Ogdensburgh, New-York, V. St. A. No. 47456 vom 25. Dezember 1888.

Die Brille ist durch eine Nürnberger Scheere *D* mit einer Welle *B* verbunden, welche am Vordertheil der Kopfbedeckung gelagert ist und durch Reibung in jeder Stellung festgehalten wird, so dass die Brille nach Wunsch in Gebrauch genommen oder an die Hutkrempe angelegt (hochgeklappt) werden kann.

Centrirapparat. Von F. Steuber in Siegen, Westfalen. No. 47348 vom 23. Oktober 1888.

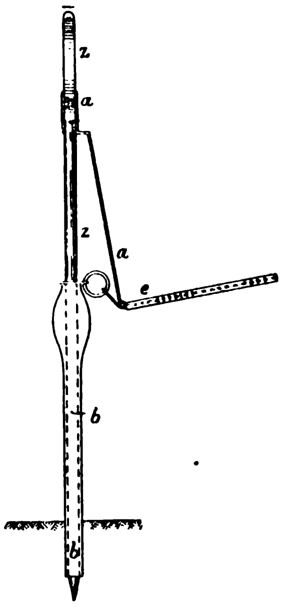
Das Arbeitsstückende wird in den Konus *a* gesteckt und das Arbeitsstück selbst durch die Stellarme *e* und die Stellmutter *c* konaxial zu dem Apparate eingestellt. Hierauf wird durch den Körner *t* die Körnermarke in das Arbeitsstück eingeschlagen.

Maasslehre. Von F. Schlatter in Madretsch, Schweiz. No. 48242 vom 18. Januar 1889.



Der mit der beweglichen Messfläche *M* versehene Schieber *B* spannt bei seiner zur Messung erforderlichen Bewegung einerseits eine Feder, die ihn nach erfolgter Messung in seine Anfangslage zurückbringt, andererseits treibt er vermittels Zahnrades *K* und Zahnstange *C* einen Schleppzeiger *H*, welcher, nach der Messung stehen bleibend, die gemessene Grösse auf einem Zifferblatt anzeigt.

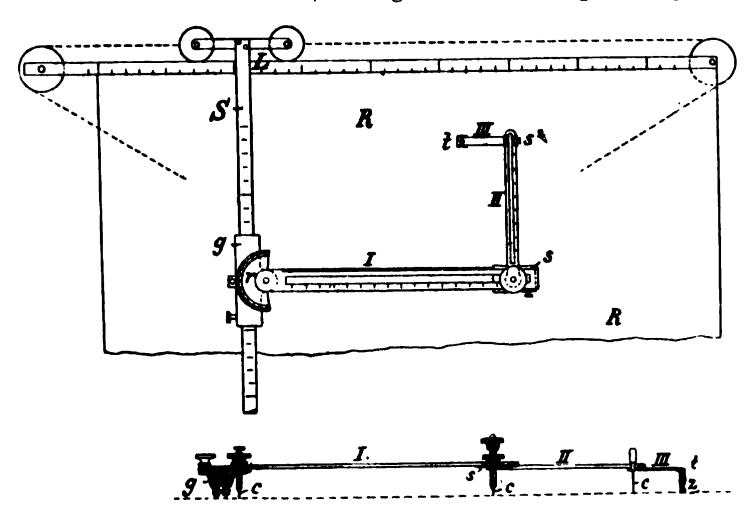
Bandmaasszähler. Von Wach in Erfurt. No. 48244 vom 6. Februar 1889.



Um bei mit Gras, Gesträuch u. s. w. bewachsenem Terrain die Markirnadel während des Verlaufes einer Kettenmessung für den Hintermann leichter auffindbar zu machen und falsche Markirangaben der zurückgelegten Strecken zu verhindern, ist mit dem oberen Ende des über die Nadel *z* geschobenen Rohres *b* scharnierartig der Flügel *e* verbunden, welcher unter der Einwirkung des genügend schweren Rohres *b* sich im Ruhezustand an den Flügelhalter *a* anlegt, während derselbe sich beim Einstecken der Vorrichtung in den Boden unter dem Einfluss des an der Nadel emporsteigenden Rohres *b* waagrecht stellt. Zur Angabe der jeweiligen Nadelzahl dienen die auf dem Flügel *e* in weiss aufgetragenen Zahlen.

Zeichenapparat. Von G. Müller und L. Busse in Berlin. No. 47846 vom 30. Oktober 1888.

Der Zeichenapparat soll das Zeichnen am Reissbrett erleichtern. Er besteht aus einer die Reissschiene ersetzenden, auf irgend welche Art parallel geführten Gleitstange *S* und einem an derselben verschiebbaren Gleitklotz *g*, an welchem gegen einander dreh- und verschiebbare Arme I, II und III angebracht sind. Der am Arm III befindliche Schlitten *t* trägt den Zeichenstift bezw. die Reissfeder *z*. Die Arme, die Gleitstange, sowie die Laufschiene *L* des Reissbrettes *R* sind mit Maassstäben versehen.



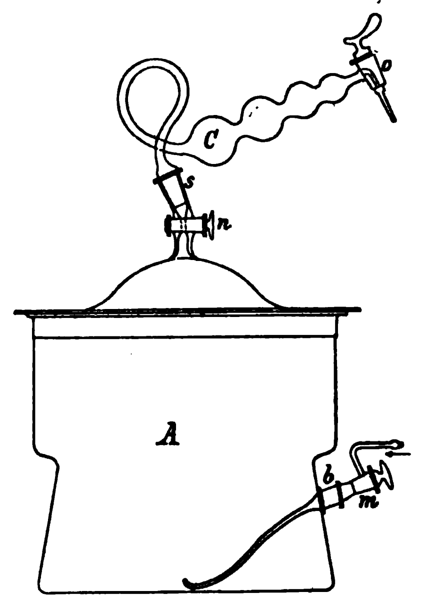
Beim Zeichnen von geraden Linien wird mit Hilfe von Klemmschrauben oder dergl. die Drehbarkeit der Arme aufgehoben. Vertikale Linien zieht man, indem man den Gleitklotz *g*, horizontale, indem man die Gleitstange *S* oder den Schlitten *s* verschiebt. Schräge Linien werden durch Verschieben der Schlitten gezogen, nachdem man den Arm I mit Hilfe des Gradmessers *r* in gewünschtem Winkel festgestellt hat.

Die Drehaxen der drei Arme sind durchbohrt und mit Centrirstiften *c* versehen, so dass man die Arme einzeln und in Kombinationen zum Zeichnen von Kreisen benutzen kann.

Vorrichtung zur Herstellung einer Luftleere. Von B. Franke in Leipzig. No. 47916 vom 17. Nov. 1888.

Die Vorrichtung soll die Herstellung einer Luftleere ermöglichen, ohne dass die Einbringung der hierzu benutzten Absorptionsflüssigkeit in den auszupumpenden Raum nöthig ist. Die Wirkungsweise der Vorrichtung ist folgende.

Man verdrängt zunächst alle Luft aus dem Gefäss *A* durch Einleiten von Kohlensäure durch den Stutzen *b*. Hierauf taucht man die Spitze des Hahnes *o* in ein mit Kalilauge gefülltes Schälchen, unterbricht die Zuleitung der Kohlensäure, saugt einen kleinen Theil des Gases aus dem Gefäss *A* und schliesst sofort den Hahn *m*. Die durch das Saugen entstehende Verdünnung des Gases in *A* hat zur Folge, dass durch den Luftdruck etwas Kalilauge in den Absorber *C* getrieben wird, die eine Absorption von Kohlensäure bewirkt. Durch die hierdurch hervorgerufene weitere Verdünnung in *A* wird wieder Kalilauge angesaugt, abermals Kohlensäure absorbirt u. s. w. Nachdem der Absorber bis auf eine halbe Kugel mit Kalilauge gefüllt ist, schliesst man den Hahn *o* und dreht den Absorber im Stutzen *s* so, dass der Hahn *o* seine höchste Stellung einnimmt. In der oberen Kugel wird augenblicklich ein Vakuum entstehen, welches die Kohlensäure des Gefässes *A* das Bestreben hat auszufüllen. Da sie aber auf dem Wege zu dieser Kugel von der Kalilauge der anderen Kugeln absorbirt wird, so gelangt sie nicht dazu. Sobald kein Gas aus *A* mehr nach dem Absorber wandert, schliesst man Hahn *n* und zieht nach Oeffnung des Hahnes *o* den Absorber ab. Nach Ausfliessen der Kalilauge, die natürlich wieder Verwendung finden kann, wird der Absorber gereinigt.



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

Cchigan　　Band in　　146

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Neunter Jahrgang.

1889.

11. Heft: November.

Verhandlungen des ersten deutschen Mechanikertages.

Inhalt:

Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1889.

Mailand. *Ulrico Hoepli.*

New-York. *B. Westermann & Co.*

Die „Zeitschrift für Instrumentenkunde"

erscheint in monatlichen Heften von etwa 5 Quartbogen. — 12 Hefte bilden einen Jahrgang. — Preis des Jahrganges Mk. 18.

Abonnements nehmen entgegen alle Buchhandlungen und Postanstalten des In- und Auslandes, sowie auch die Verlagshandlung Julius Springer in Berlin N., Monbijouplatz 3.

Redaktionelle Anfragen und Mittheilungen wolle man an den Redakteur, Dr. A. Westphal, Berlin SW., Blücherstr. 23, richten.

nimmt **Inserate** gewerblichen und literarischen Inhaltes, Stellengesuche und -Angebote etc. auf und sichert denselben die weiteste und zweckmässigste Verbreitung.

Bei 1 3 6 12 mal. Insertion kostet die einmal gespalt. Petitzeile 50 45 40 30 Pf.

Inserate werden von der Verlagshandlung sowie von den Annoncenexpeditionen angenommen.

Beilagen werden nach einer mit der Verlagshandlung zu treffenden Vereinbarung zugefügt.

